はじめに

1. ガイドラインの目的

- 本ガイドラインは、まちづくりの一環として再生可能エネルギーを活用したまちづくりを検討する上で、考慮すべき内容を手引きとして取りまとめたものである。
- 近年、東北地方では、東日本大震災からの復興の一環として、各自治体の復興計画等に基づいて、再生可能エネルギーを活用したまちづくりを検討する自治体が増えている。そういった自治体の担当者が、実際に検討を進める上で必要な考え方や参考になる情報を「ガイドライン」として取りまとめた。
- 東北地域を中心とした具体的なまちづくりの取り組み事例をもとに、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の意義やそれを具体的に展開していく上でのノウハウを取りまとめ、各地でスマートコミュニティを検討する上での参考になる内容を目指した。

2. ガイドラインの訴求ポイント（章別）

- 第Ⅰ章：　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の意義や構築目的を説明する。
- 第Ⅱ章：　再生可能エネルギーを導入した個々の需要家を、地域レベルでどうマネジメントしていけば良いのかを検討する上でのキーポイントを取り上げる。
- 第Ⅲ章：　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）を進める上で基本となる省エネルギー実現のための考え方と、省エネルギーを効率的に進めるためのＩＴ技術について取り上げる。
- 第Ⅳ章：　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）を構成する要素技術の中で、エネルギーを有効活用するための電気・熱に関する各種技術について紹介する。
- 第Ⅴ章：　再生可能エネルギー（太陽光・風力・小水力・バイオマスなど）の電気・熱利用について技術的な側面から紹介する。
- 第Ⅵ章：　再生可能エネルギーの用途別の活用のバリエーションを、具体的な導入事例なども交えながら紹介する。
- 第Ⅶ章：　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の地域レベルでの導入検討の先進事例を紹介する。　※次世代エネルギー４地域実証の紹介
- 第Ⅷ章：　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の地域レベルでの導入検討の東北での事例を紹介する。　※スマートコミュニティ導入促進事業でマスタープランを策定した７地域の紹介

第Ⅰ章. スマートコミュニティ(再生可能エネルギーを活用したまちづくり)の意義と目的

1. “スマートコミュニティ”とは何か？

昨年の東日本大震災以降、我が国における再生可能エネルギーの活用ニーズが急速に高まっている。この背景としては、従来のエネルギーシステムでは、主に化石燃料と系統電力網によって大部分が構築されていたが、化石燃料の価格高騰や原子力発電のリスク顕在化などによって、日本のエネルギーシステムの転換ニーズが高まっていることが挙げられる。その中でも、特に地域ぐるみで再生可能エネルギーを取り入れたまちづくりである“スマートコミュニティ”が注目されている。

“スマートコミュニティ”とは、「太陽光や風力など再生可能エネルギーを最大限活用する一方で、エネルギーの消費を最小限に抑えていくため、家庭やビル・交通システムを IT ネットワークでつなげ、地域でエネルギーを有効活用する次世代の社会システム」と経済産業省によって定義されている。言い換えると、「再生可能エネルギーをはじめとしたクリーンなエネルギーを、IT 等を活用しながら賢く使うための社会システム」と表現できる。

なぜなら**再生可能エネルギーの多くは、**天候や風況に左右される太陽光発電・風力発電などのように、**出力の不安定なエネルギー源であることが大きな課題**となっている。また需要側も、単一の需要家だけでは多様な生活パターンからどうしてもエネルギー需要の変動が大きくなってしまうものを、異質の需要家の集合体である「地域」単位に束ねることで、エネルギー需要の平準化を図っていく必要がある。

このように、**再生可能エネルギーを数多く取り入れていくためには、エネルギーの供給側と需要側を「地域」単位でコントロールしていく必要**がある。このように「地域」で再生可能エネルギーを取り入れるとともに、**エネルギーの需要と供給を「地域」レベルで、IT を活用しながらコントロールしていく仕組みを持ったまちが、“スマートコミュニティ”の最終的な姿**と言えるだろう。

“スマートコミュニティ”のイメージ

（出所）経済産業省ホームページ

2. “スマートコミュニティ”はなぜ必要か？

昨年の東日本大震災以降、我が国における再生可能エネルギーの活用ニーズが急速に高まっている。このように再生可能エネルギーの活用ニーズが高まっている背景は、大きく以下の３点に整理できる。

1. 原子力発電に変わる新たなエネルギー源としての期待
2. 停電リスクなどを回避し災害に強い地域づくりを実現するツールとしての期待
3. 地域の資源を使った地産エネルギーとしての期待

しかし前述のように再生可能エネルギーを有効に活用していくためには、再生可能エネルギーが抱える「出力の不安定なエネルギー源である」という課題を克服できる、需要と供給の組み合わせを検討していく必要がある。このような適切な組み合わせを見つけることができれば、再生可能エネルギーは電気と熱の組み合わせを通じて、既存の電力会社からの電気の購入や石油・灯油などの化石燃料を使った熱供給よりも、エネルギーコストが削減される可能性も生まれてくる。

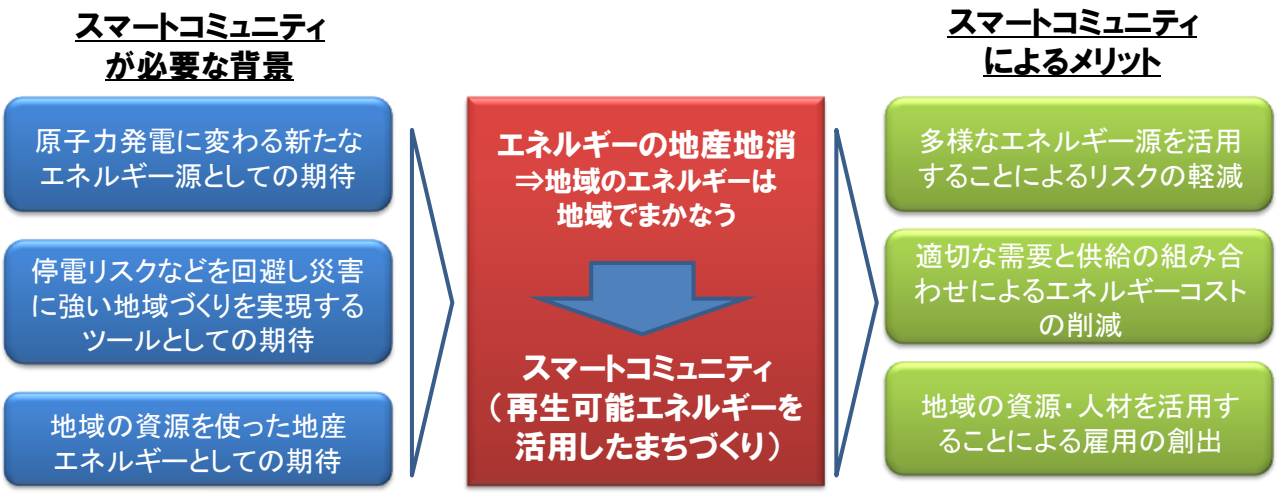
また、このような再生可能エネルギーを活用したまちづくりに、各地域が取り組んでいくことで、それぞれの地域に様々な再生可能エネルギーに適合した需要と供給の組み合わせを検討しうる「エネルギーの専門家」を養成していくことができる。このことは、上に掲げた３点を実現する上でも不可欠であり、これらを実現させることが最終的には地域の利益にも結び付くものと考える。

3. “スマートコミュニティ”にはどのようなメリットがあるのか？

以上のような背景を踏まえると、スマートコミュニティには大きく分けて以下の３つのメリットを生む可能性が考えられる。

1. 多様なエネルギー源を活用することによるリスクの軽減
2. 適切な需要と供給の組み合わせによるエネルギーコストの削減
3. 地域の資源・人材を活用することによる雇用の創出

スマートコミュニティが必要な背景とメリット



１)多様なエネルギー源を活用することによるリスクの軽減

これまで地域のエネルギーの大半は、電気は電力会社が大規模な原子力・火力・水力発電のプラントを通じて作ったものを購入し、熱は石油・石炭などの化石燃料を購入してまかなってきた。しかし東日本大震災においては、岩手・宮城・福島の３県を中心に電気は３日間～２週間にわたって止まり、ガソリンも含めて石油が入手困難な状況となった。

このような状況の中で東日本大震災においても、例えば自立運転モードに切り替えた太陽光パネルで電気の供給が可能になったほか、BDF（バイオエタノール）で走る自動車が物資の搬送に大きく貢献するなど、地産地消の再生可能エネルギーは災害時における生命線の１つとして大いに活躍した。

東日本大震災における地産地消の再生可能エネルギーの活躍事例

●【太陽光】シャープ、被災地に太陽光発電システム 250 台寄贈

（2011/03/17　日本経済新聞電子版記事）

シャープと新神戸電機は 17 日、東日本巨大地震の緊急避難所に太陽光発電システム 250 台を寄贈すると発表した。太陽光さえあれば発電できる独立電源として活用してもらう。それぞれ容量 180 ワット時の蓄電池を備えており、携帯電話の場合、120 台を約１時間で充電できるという。

25 日にも使い始められるように近く発送を始める。被災地から要望があればＬＥＤ（発光ダイオード）電球も併せて送る。発電装置は太陽電池パネルとパネルを置く架台、蓄電池などで構成し、１メートル四方程度の広さがあれば設置できる。シャープは液晶テレビや冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機なども被災地に寄贈する。

●【太陽光】エコ暖房、避難所守る――ソーラー技術も随所に、携帯用充電器やランタン

（2011/03/25　日本経済新聞夕刊記事）

津波で甚大な被害を受けた岩手県や宮城県の沿岸部では、なお多くの地域で電力などライフラインの断絶が続く。家族や友人と連絡が取れずにいる被災者も多く、携帯電話の充電などにも「エコ」技術が役立っている。

岩手県では沿岸部の避難所を中心に、２５日までに約１千台のソーラー充電器を設置。提供元のＮＴＴドコモによると、４、５時間日光を浴びれば携帯電話１台がフル充電でき、宮城・岩手県を中心に約３３００台が配られた。被災した当初に避難所で見られた「充電待ち」の長い列も徐々に緩和されつつある。

「明かり」を提供する例も。三井物産などは宮城県の要請を受け、南三陸町の６つの避難所に、太陽光発電した電気を充電池にためられるランタン約４千個を提供。昼間に避難所の外に並べて充電し、夜にトイレに行く際の懐中電灯代わりなどに使われているという。

●【バイオエタノール】東日本大震災、支援物資運送トラックに伴走＊宮城へ出発 BDF車 ＊コープさっぽろに協力（2011/03/17　北海道新聞夕刊地方版記事）

バイオディーゼル燃料（ＢＤＦ）を製造販売するエコＥＲＣ（帯広、為広正彦社長）は１７日、自社のＢＤＦ配送ローリー車を東日本大震災の被災地に派遣した。支援物資を運ぶ生活協同組合コープさっぽろ（札幌）の宅配トラック８台に伴走し、燃料を補給する。

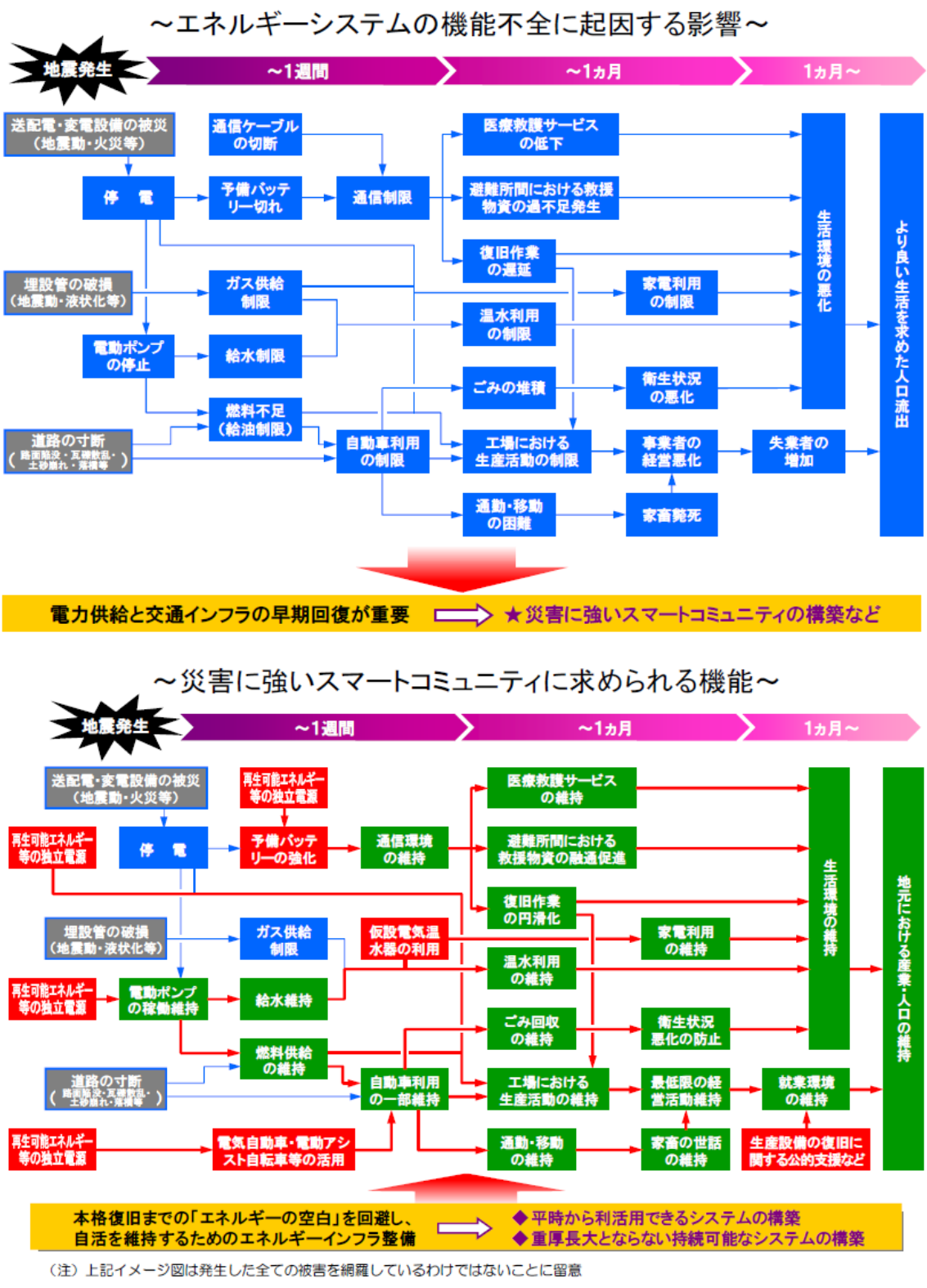
ローリー車は１６日、同社の豊頃工場でタンクを満タン（４千リットル）にし、１７日朝、コープさっぽろ物流センター（江別）から小樽港でフェリーに乗り込み、新潟港から宮城県を目指す。到着予定は１８日で、１週間程度活動する。

コープさっぽろの宅配トラックはＢＤＦを燃料としており、随伴するローリー車の補給を受けることで約１週間は走行できる見込み。ローリー車を運転する竹部悦功（よしのり）豊頃工場長（３２）は「車中泊が続き、寒さ対策など心配もあるが、人助けなので、やりがいを感じる」と張り切っている。

為広社長は「役に立てることがあれば、できる限り協力したい。今回の震災はエネルギーも含め地産地消の重要性を再認識させられた」と語る。

コープさっぽろは１週間程度、宮城県内で被災者に水や支援物資を届ける活動を行う。

大規模災害においてエネルギーシステムの機能不全が及ぼす影響



（注）上記イメージ図は発生した全ての被害を網羅しているわけではないことに留意

（出所）東北経済産業局

２)適切な需要と供給の組み合わせによるエネルギーコストの削減

再生可能エネルギーは、一般的には電力会社からの系統電源の購入に比べて割高と言われているが、電気と熱を同時に使用するガスコジェネレーションやバイオマスなどの未利用資源を活用し、熱を必要とする需要家と組み合わせることで、結果的にエネルギーコストの削減につながったケースがある。またバイオマスの利活用によって廃棄物の処理コストが抑えられるケースもあり、こういった効果もあわせて考えると、結果的にトータルの事業コストを低減できる可能性がより高まる。

具体的に、エネルギーコストの削減につながった事例として、以下のような例があげられる。

バイオマスエネルギーの利用でエネルギーコストの削減につながった事例

事業者名	事業概要とバイオマスの導入経緯	導入効果
(有)庄司製材所 **【木質バイオマス】**	・国産材（国有林）の製材および販売を行う製材事業者。山形県・秋田県では最大規模の製材工場。 ・木材乾燥のために木質チップを燃料とする木質バイオマスボイラ（1,500kW）を導入する。ボイラで得る温水を使用して、木材を乾燥している。 燃料としては、製材工程で生じるバーク（樹皮）、端材等を使用する。バーク、端材等の処理費用が不要となるとともに、それらを燃料として利用することにより燃料費（重油）の大幅な削減が可能となった。	■導入前 ・重油の購入費 約 720 万円／年 ・端材等の処理コスト 約 1,600 万円／年 ■現在 ・木質バイオマスボイラの燃料費等 約 24 万円／年 ■効果 ・燃料購入費・木材の処理コストの削減効果 約 2,200 万円／年
(株)北海道健誠社 **【木質バイオマス】**	・旭川、十勝地域を事業圏域とするクリーニング事業者。 ・木質バイオマスボイラから生じる蒸気を、洗濯物の乾燥に使用している。 ・木質チップやバークを購入し、木質バイオマスボイラで直接燃焼させ、生成した蒸気をクリーニング工場でのドライヤーの熱として利用する。ボイラからの排ガスは、燃料の乾燥用の熱源として利用する。 ・運転管理のためにボイラ技士を２人雇用し、２人体制で運転している。	■導入前 ・重油の購入費 約 2 億 8,000 万円／年 ■現在 ・木質チップの購入費 1,480 万円／年 ■効果 ・燃料購入費の削減効果 約 2 億 6,000 万円程度
(株)町村牧場 **【メタン発酵】**	・牛乳、アイスクリーム、ソフトクリーム等を製造・販売する乳業メーカー。 ・農場内にミルクプラントを併設しており、バイオガスプラントで発電する電力のほとんどを自家消費する。 ・農場の移転を契機に、牛の糞尿による臭気への苦情が近隣より生じる。臭気の抑制・解消に向けた各種検討の中から、効果が見込まれるバイオガス化技術を採用した。したがってエネルギーの利用は、二次的な目的であった。 ・補助金等は、利用していない。バイオマス発電プラントの設備投資は、全額自己負担により対応している。 ・バイオガス発電により購入電力量が削減されている。また、副産物として生じる消化液を肥料として牧草地等に使用することにより化学肥料の購入の削減効果も得られている。これらによる金銭面での費用対効果は、均衡の状況にある。	■収入 ・電力の購入削減： 約 400 万円 ・消臭のための化学肥料の購入削減： 約 300 万円 ■費用 ・減価償却費：約 400 万円 ・維持管理費：約 300 万円 ■効果 ・収支はほぼ均衡 ・その他、悪臭の抑制に効果大

（出所）東北経済産業局「東北地域のエネルギー特性を踏まえた産業基盤強化・新事業創出事業」報告書

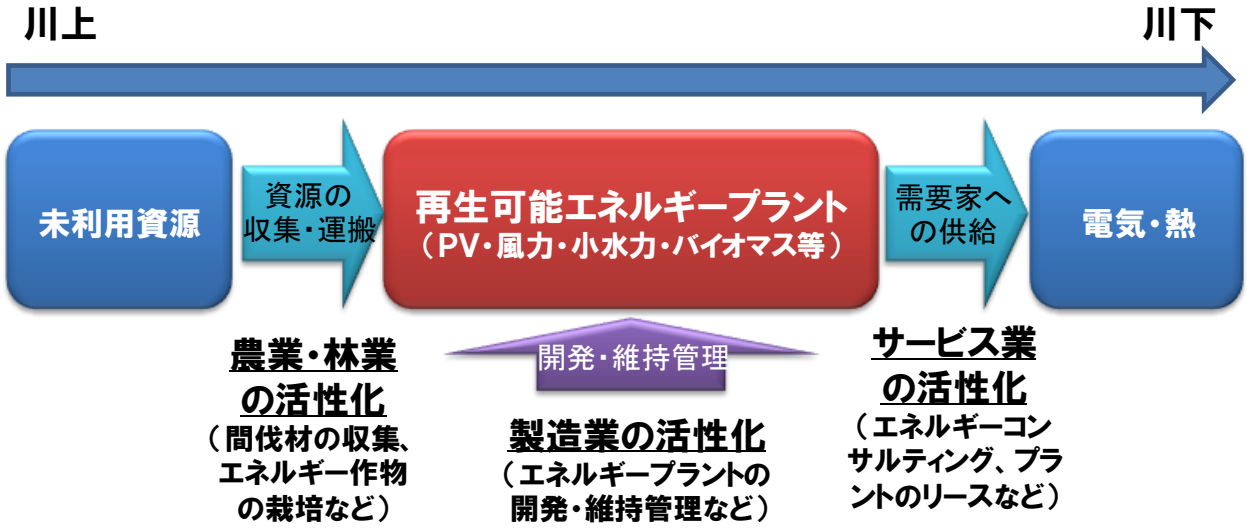
3）地域の資源・人材を活用することによる雇用の創出

地域で再生可能エネルギーを有効活用する仕組みを整えることは、以下の２つの点で地域の雇用創出につながる可能性がある。

１つめは、木質バイオマスなどの未利用資源の活用度を高めることで、バイオマスエネルギーの原料収集に関して、農業・林業などにおいて新たな雇用が創出される可能性がある。２つめは、再生可能エネルギーを利用するためのプラントの開発・維持管理に関して、製造業などにおいて新たな雇用が創出される可能性がある。３つめは再生可能エネルギーの各地域への導入支援に関して、サービス業などにおいて新たな雇用が創出される可能性がある。

また、各地域においてスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）に取り組むことで、エネルギーに精通した「専門家」を地域の中で育成し、その「専門家」が核となってエネルギーを活用した地域ビジネスを起こしていく仕組みを作ることが、地域経済にとって最も大きな意味を持つことだと考えられる。

再生可能エネルギーによる雇用の創出可能性



再生可能エネルギーに関連した新たなビジネスの事例

タイプ	概要
資源の収集・運搬（ノースジャパン素材流通協同組合）	素材生産の仕組みの刷新とともに、小規模分散的に発生する林地残材等を効率的に収集し、まとめていく仕組みづくりが必要である。その一つとして、木質エネルギー原料の公正な市場の確立がある。具体的には、固定価格での買い取り制度や現金決済等による資金繰り上のメリットを出す制度を導入し、小規模な事業体でも原料供給に参画できる仕組み作りである。ノースジャパン素材流通協同組合（盛岡市）は、この方法で合板用原木を小規模素材生産業者から 20 万㎥以上集出荷しており、一つのモデルとなり得る。
プラントの開発・維持管理（東松島市・太陽光発電工事専門校）	環境未来都市を目指す東松島市は、太陽光発電の技術者を養成する一般財団法人「太陽光発電工事専門校」の東松島講座を開講する。授業は 2012 年 7 月中旬以降、震災で被災した浜市小体育館を暫定的に利用。震災後の復旧、復興で太陽光発電を利用した住宅の需要が見込まれることから、太陽光パネルの設置、修理を担う人材の輩出と、雇用創出につなげる狙い。被災地支援を考えていた専門校の思いと一致した。
需要家への太陽光発電の供給支援（オリックス）	オリックスは「屋根借り発電の設置コストはメガソーラーに比べ 8 割に抑えられる」とみて、今後 3 年で約 240 億円を投じ、全国 100 カ所以上の屋根に合計 10 万キロワット分の設備を導入するビジネスを計画。まず来春までに約 50 カ所で 3～4 万キロワット分の設置を目指す。全国の支店網や専門担当者を活用し、足元で約 1,000 人の営業担当者が顧客を訪問。メガソーラーと屋根借り発電を両輪に売電を拡大する。

以上のことから、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）による現時点でのメリットとデメリットを以下のように整理することができる。

スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）を計画する上では、このようなメリットとデメリットを考慮した上で、スマートコミュニティの構築目的や実現したい価値にとって最適な仕組みを検討していく必要がある。

スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）による現時点でのメリットとデメリット

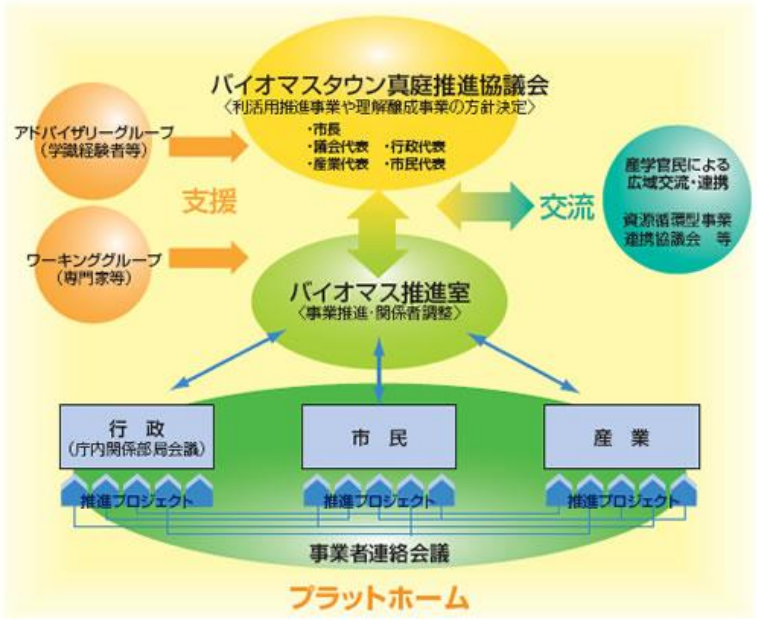
メリット	■多様なエネルギー源を活用することによるリスクの軽減 ● 系統電源に接続されていない場所でも、再生可能エネルギーの出力の範囲内で電気の供給が可能な点 ■適切な需要と供給の組み合わせによるエネルギーコストの削減 ● 省エネや熱の有効利用などと組み合わせることで、エネルギーコストの削減可能性がある点 ● 再生可能エネルギーの固定価格買取制度やＥＳＣＯ事業を使えば、売電やカーボンクレジットによる収入が得られる点 ■地域の資源・人材を活用することによる雇用の創出 ● 中長期的に、導入した再生可能エネルギーの維持管理で雇用が創出される点 ● バイオマスの場合は、地域の資源を活用によって川上での雇用創出の可能性がある点 ■その他 ● ＣＯ２を排出しない環境にやさしいエネルギーである点 ● 中山間地域や遠隔地などの経済面での条件が不利な土地の有効活用を図ることができる可能性がある点
デメリット	■適切な需要と供給の組み合わせによるエネルギーコストの削減 ● 多額のイニシャルコストがかかる点 ● 一般的に、イニシャルコストとランニングコストを含めた発電単価が化石燃料よりも高い点 ■地域の資源・人材を活用することによる雇用の創出 ● 現状では、再生可能エネルギーの知見を持った人材があまりいない点 ● 太陽光・風力の場合は、建設後しばらくは雇用が余り発生しない点

4. “スマートコミュニティ”には誰が関わるのか？

スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の実現には、未利用資源の収集・運搬といった川上部分から、個別の需要家に電気・熱などのエネルギーを供給する川下部分まで、多様な産業と需要家が関与する。したがって、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）をより発展させていくためには、「再生可能エネルギーの供給技術の開発」と「再生可能エネルギーを利用する需要家の開拓」を、車の両輪で推進していく必要がある。

例えば、「バイオマスタウン真庭」を標榜する岡山県真庭市においては、「再生可能エネルギーの供給技術の開発」と「再生可能エネルギーを利用する需要家の開拓」の双方の実現のため、行政と市民と事業者（産業）が役割分担のもと、協力して共につくり上げていくこととしている。

バイオマスの利活用に関する行政・市民・事業者（産業）の役割分担



【行政の役割】

- バイオマス製品やエネルギーの率先した利活用の推進、イベントやシンポジウムの開催、バイオマス関連情報の提供等を行なう
- 民間企業、市民を対象にした説明会、集会、展示会等を行なう
- バイオマスストーブ等購入補助を行なう
- 民間企業によるボイラやストーブ等のバイオマス変換施設の整備の支援をする
- 農林畜産業の振興や地域活性化に資するバイオマスの利活用システムの構築に向けた検討・取り組みを行なう

【市民の役割】

- 消費の場においてバイオマス利活用製品の購入、利用に積極的に努める
- 再利用が可能なものについては、分別収集に積極的に努める
- バイオマスの利活用の促進に向けた地域における主体的な取り組みに積極的に参加する

【事業者の役割】

- バイオマスの生産者である農林畜産業者については、廃棄物バイオマスの利活用の積極的な推進に努める（真庭バイオマス集積基地）
- 加工・流通・販売に係る事業者については、エネルギーの活用だけでなく、マテリアル利用についても積極的な事業参加に努める。必要に応じて、バイオマス利活用施設の導入に努める

（出所）真庭市ホームページ

5. “スマートコミュニティ”はどのようなプロセスで作られるのか？

前述のようにスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の実現には、「再生可能エネルギーの供給技術の開発」と「再生可能エネルギーを利用する需要家の開拓」を、車の両輪で推進していく必要があるため、より効率的な利活用を実現するための技術開発と需要家の裾野拡大に、長い時間をかけて取り組んでいく必要がある。

真庭市においても、バイオマスの利活用に取り組むきっかけとなったのは、今から 20 年前の 1992 年に開催された「21 世紀の真庭塾」において、「2010 年真庭人の 1 日」というテーマで地域の木質資源を活用した未来のライフスタイルについて構想したことがきっかけだった。最初は「勉強会」レベルの活動だったものが、徐々にまちづくりやゼロエミッションなどの「テーマ別部会」に発展していき、次第に大学などを巻き込んだ「調査研究」への発展していき、最終的に実証実験などを通じて産業づくりと地域づくりが連係した「地域ぐるみの実践」につながっていった。

バイオマスタウン真庭の歴史

2012年	バイオマスタウン推進パートナー（（株）トンボ，（社）真庭観光連盟）がカーボンオフセット事業開始
2011年	（独）産業総合技術研究所との連携協定を締結
2010年	「真庭バイオマスリファイナリー事業推進協議会」設立 真庭市バイオマスラボが開所 国内クレジット制度活用プロジェクト開始
2009年	バイオマスツアー真庭が『新エネ大賞』の経済産業大臣賞を受賞 真庭市の木質バイオマスの取り組みが「新エネ百選」に選定 真庭バイオマス集積基地が完成
2008年	真庭市バイオマスタウン構想の改訂 バイオマス政策課に変更
2007年	「次世代エネルギーパーク」認定
2006年	国からバイオマスタウンに認定 真庭市バイオマスタウン構想、真庭市バイオマス利活用計画を策定 「バイオマスタウン真庭推進協議会」設立 「バイオマスタウン真庭シンポジウム」開催 産業観光「バイオマスツアー真庭」スタート 「バイオマスタウン真庭サイト」オープン バイオマス推進室を新設
2005年	「バイオマス策定委員会」発足 バイオエタノール実証実験実施（～2008年） NEDO実証実験実施（～2009年） ＝＝＝ 町村合併 真庭市の誕生 ＝＝＝
2004年	「真庭バイオエネルギー株式会社」、「真庭バイオマテリアル有限会社」設立 ペレット製造開始 コスモス・クリーンセンターにてBDF製造開始
2003年	「プラットホームまにわ」設立 木片コンクリート製のプランター商品化
2002年	「真庭フォーラム」開催、「バイオマス・マニワ宣言」採択 「21世紀の真庭塾」がNPO法人格取得
2001年	木質コンクリート、ネコ砂の商品化
2000年	「木質資源活用産業クラスター構想」取りまとめ
1998年	木質バイオマス発電開始
1997年	「環境まちづくりシンポジウム」開催
1993年	「21世紀の真庭塾」創設

※年表中の出来事は年度別に区分し掲載しています。

（出所）真庭市ホームページ

■再生可能エネルギーを活用したまちづくりの検討プロセス

このように再生可能エネルギーを活用したまちづくりを、「地域ぐるみ」で実践していくためには、計画づくりや実現に向けたプロセスを、地域全体で分かりやすく共有することが不可欠である。そのためにも、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）は、以下に挙げるプロセスを踏まえて計画の具体化を図っていく必要がある。

1）計画の策定プロセス

まず、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の計画を策定する上では、いきなり再生可能エネルギーの導入ありきで進むのではなく、そもそもの構築目的を整理する必要がある。なぜなら、スマートコミュニティによって実現したい価値によって、システムを構築する上で重視する点が異なるためである。

また、地域全体のエネルギーフローを俯瞰して、省エネ技術の導入によるベースラインのエネルギー消費量の削減に努めていくことが重要である。その上で、活用されていない既存のエネルギーの有効活用や再生可能エネルギーの導入を検討するというプロセスが望ましい。

再生可能エネルギーを導入した街づくりの計画策定に必要なプロセス

スマートコミュニティ・ガイドライン
～再生可能エネルギーを活用したまちづくりのチェックポイント～

Step1. スマートコミュニティの構築目的を整理する

スマートコミュニティの構築には、取り組む主体に応じて多様な目的が存在しうる。はじめに、スマートコミュニティの構成要素ごとに、スマートコミュニティの構築の目的（＝実現したい価値）を整理していく。

検討のポイント

- スマートコミュニティの構築の目的となる、特に以下の「3つの実現したい価値」のバランスの取り方を、構成要素ごとに検討する。
  - ✓ 省エネ・創エネによるエネルギーコストの削減
  - ✓ 停電時にも最低限のエネルギー供給が可能な災害に強いまちづくり
  - ✓ 環境にやさしいまちづくりによるイメージアップ

参考ページ　第Ⅰ章　スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の意義と目的

Step2. 地域全体のエネルギーフローを俯瞰する

地域で使用しているエネルギーの供給と消費の関係をフロー化にして俯瞰することで、地域における需要家のエネルギー消費の現状や新たな地域開発などによるインパクトなどを分析する。

検討のポイント

- 需要家が実際に使用しているエネルギーと、そのエネルギーを生産する過程で利用されずに捨てられているエネルギーとの分布を把握する。
- 特に利用されずに捨てられているエネルギーが、どのような属性の需要家から特に多く生じているのかに注目する。

参考ページ　第Ⅱ章　地域におけるエネルギーフローの俯瞰と管理のキーポイント

Step3. 省エネ技術の導入によるエネルギー消費量の削減を検討する

地域で使用しているエネルギーの中で、省エネ技術などを導入することで、エネルギー消費量そのものを削減することができないかを検討する。

検討のポイント

- LED照明などの省エネ製品に置き換えることで実現できるエネルギー消費の削減量を検討する。
- 「使用電力の見える化」等によって、電力使用量削減の啓発による削減も検討する。

参考ページ　第Ⅲ章　エネルギー消費行動の見直しを通じた省エネルギーの検討

Step4. 活用されていない既存のエネルギーの有効利用を検討する

Step2のエネルギーフローの分析で、活用されずに捨てられているエネルギーの有効利用方策について検討する。主な方法としてはコジェネレーションや蓄電池の活用などが考えられる。

検討のポイント

- 給湯に、ガスや燃料電池によるコジェネレーションを導入して電気と熱の双方を生みだすことで、総合的なエネルギー効率を高める可能性を検討する。
- 蓄電池を導入して、電力単価の安い深夜電力で蓄電池を充電し、電力単価の高い日中のピークカットに役立てる可能性を検討する。

参考ページ　第Ⅳ章　エネルギーを有効活用する技術の検討

Step5. 再生可能エネルギーの導入を検討する

太陽光や風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの導入を検討する。導入の際には、一般的なイニシャルコスト・ランニングコスト・売電収入に加え、間接的な地域経済へのメリットも含めて検討する。

検討のポイント

- 再生可能エネルギーから生じる電気・熱の規模を試算し、その利用形態を検討する。特に電気については、再生可能エネルギーによる出力変動をふまえながら、「売電」「ピークシフト」「自家消費」を使い分け、それらをEMSで管理できる仕組みを構築していく。
- 再生可能エネルギーの活用で生じる「地域での雇用創出」「廃棄物の処理費用の低減」「未利用地の有効活用」等の間接的なメリットも勘案しながら総合的に導入を検討する。

参考ページ　第Ⅴ章　再生可能エネルギーに関する技術

「再生可能エネルギーを活用したまちづくり計画」に反映

第Ⅵ章に個別の施設における再生可能エネルギーの活用事例を掲載

スマートコミュニティによって実現したい価値とシステム構築上で重視する点

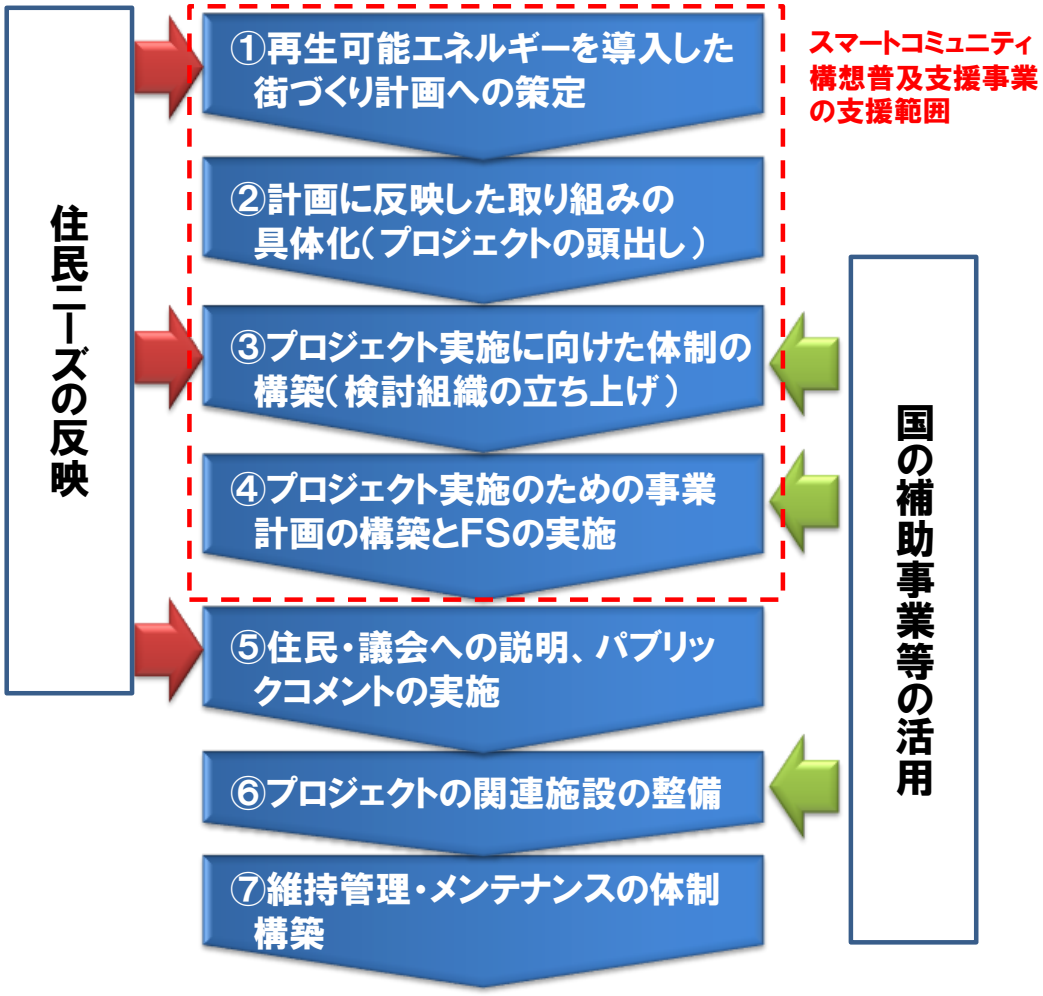
スマートコミュニティによって実現したい価値		システム構築上で重視する点
省エネ・創エネによるエネルギーコストの削減		省エネや売電に重点
停電時にも最低限のエネルギー供給が可能な災害に強いまちづくり		停電時の継続的な電力供給を実現するための配線に重点
環境にやさしいまちづくりによるイメージアップ		再生可能エネルギーによる発電量やＣＯ２削減量の見える化に重点

２）策定した計画を実現していくプロセス

策定した計画を、実際に実現していくプロセスも非常に重要である。中でも大切な視点は、**計画づくりの複数の段階において「住民ニーズの反映」を図る機会を設けていく**と同時に、必要に応じて国の補助事業等も活用しながら、**「外部の専門家の知見」**（他の地域において再生可能エネルギーを活用したまちづくりを展開してきた事業者・学識経験者など）**もあわせて活用していく**ことにある。

あわせて、最終的にスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の維持管理・メンテナンスを、**持続可能なランニングコストで担うことができる「地域の事業者」を育成する仕掛け**を用意しておくことが重要である。

再生可能エネルギーを導入した街づくりの実現に必要なプロセス



6. “スマートコミュニティ”の東北での実現に向けて

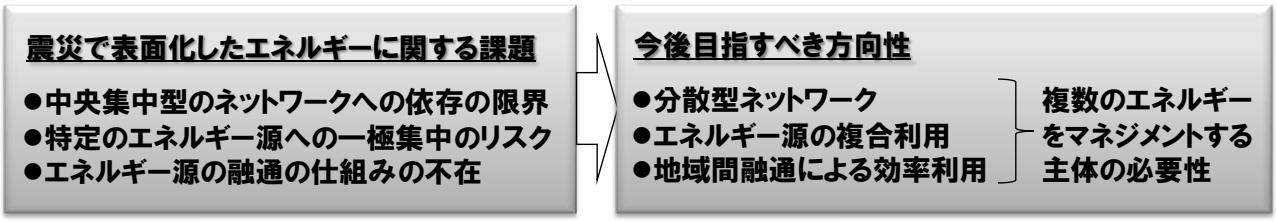
2011 年の東日本大震災を踏まえると、東北地域においてスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）を実現していく意義は、非常に大きいと言えます。その意義としては、「エネルギー面」「産業面」「地域面」の大きく３つの側面から挙げられる。

１）エネルギー面

東日本大震災は、以下の３つの点でこれまでの**エネルギー供給システムの課題を浮き彫りにした。**１つめは**「中央集中型のネットワークへの依存の限界」**、２つめは**「特定のエネルギー源への一極集中のリスク」**、３つめは**「エネルギー源の融通の仕組みの不在」**である。

このことを踏まえて、今後目指すべきエネルギー供給の方向性としては、１つめは**「分散型ネットワーク」**、２つめは**「エネルギーの複合利用」**、３つめは**「地域間融通による効率利用」**であり、その実現のためには**多様なエネルギーミックスをマネジメントする主体が必要**となる。

東北地域は津波被災エリアを中心に、被害を受けたインフラを一から作り直す復興事業が現在、まさに行われようとしている場所であり、上記のような新たなエネルギーシステムを導入する場所として最適な場所であると考えられる。



２）産業面

地域で再生可能エネルギーを有効活用する仕組みを整えることは、**農業・林業・製造業・サービス業などの多様な産業に新しいビジネスチャンスをもたらす可能性がある**。またスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の**鍵となる技術は、多種多様な「電気の流れ」と「情報の流れ」をコントロールするIT技術**であり、ソフトウェアやデバイス産業にとっても非常に大きなビジネスチャンスとなりえる。

したがって、**スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）に関連した要素技術を持つ企業・研究機関と、再生可能エネルギーに関心を持つ需要家を組織化**し、相互を適切にマッチングする仕組みを構築することができれば、「産業クラスター」の創出を実現することができる。

東北地域は東日本大震災を踏まえて、日本国内でスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）に対する問題意識が高まっている地域の１つであり、また元々エレクトロニクスのデバイス技術の集積がある地域であることからも、上記のアプローチでの「産業クラスター」形成が有効であると考えられる。

３）地域面

東北地域は、東日本大震災によって最も大きな被害を受けた地域であり、特に福島第一原発事故の起こった福島県においては未だにその被害が続いている状況である。また、**奇しくもこの福島第一原発事故が、日本のエネルギー政策の転換点になった**。

そのような**東北地域が日本ならびに世界に先駆けて、再生可能エネルギーを活用したまちづくりを実現することは、東日本大震災ならびに福島第一原発事故を克服し、震災前を超える形での「復興」を国内外に発信するためにも非常に重要**なことだと考えられる。

このように、東北地域の新たな「地域アイデンティティ」を形成する上でも、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）に取り組む意義は高いと言える。

第Ⅱ章．地域におけるエネルギーフローの俯瞰と管理のキーポイント

1．エネルギーのスケールと密度の検討

■大都市への供給を中心に組み立てられている日本のエネルギーシステム

日本のエネルギーシステムは、これまで東京・大阪・名古屋などのエネルギーの大消費地への供給を念頭に設計されており、実際にこれらの３大都市圏の港湾等に設置された火力発電所・ガス備蓄基地などを通じて電気やガスなどのライフラインが供給されてきた。

また、日本にとって数少ない「国産エネルギー」としては原子力発電と水力発電がありますが、これらの電力供給源は相対的に人口密度の少ないエリアに設置されているものの、大都市への送電網とセットで整備されており、やはり３大都市圏への供給を主眼に置いたエネルギーシステムと言える。

逆に言うと、東北地方をはじめとした地方や中山間地域への電力供給は、日本のエネルギーシステムの全体から見ると、「エネルギー供給の流れ」と「エネルギー供給量」のいずれの視点からも末端部にすぎないことになる。東日本大震災においては、岩手・宮城・福島の３県の電力システムが途絶し、実際に東北唯一の政令指定都市である仙台を中心に、そこから末端のエネルギーが全て機能しなくなった。そして、このエネルギーシステムの末端部に行けば行くほど、石油やガスなどの化石燃料は手に入りづらくなり、電力供給の回復は遅れるという事態を招いた。

東日本大震災の被災地における電気・ガスの途絶状況

場所	電気途絶状況
岩手県盛岡市	3 月 13 日（発災 3 日後）に回復
岩手県宮古市	3 月 25 日（発災 14 日後）に回復：　宮古市役所本庁舎 ただし市内全域の回復は 4 月末までずれ込む
宮城県仙台市	3 月 12 日（発災 2 日後）に仙台市中心部の 2 万世帯は回復 ただし、仙台市内全域の回復は 5 月 10 日までずれ込む
宮城県石巻市	3 月末の段階で約 5 万戸が依然として停電状況 市内全域の回復は 5 月末までずれ込む
福島県伊達市	3 月 13 日（発災 3 日後）に回復
福島県いわき市	津波で被害を受けたエリア以外はほとんど停電はなかった

（出所）東北電力ホームページをもとに NRI 作成

■高まる化石燃料への依存度と再生可能エネルギー利活用の意義

数少ない「国産エネルギー」として一定の割合を占めていたのが、原子力発電と水力発電であったが、原子力発電については 2011 年の東日本大震災によって信頼性が大きく揺らぎ、世論の動向を受けて政府は 2012 年に入って「2030 年代の原子力発電ゼロの実現」を目指す宣言を行った（今後見直しの可能性はあり）。これによって日本のエネルギーは、中東などの化石燃料産出国に依存せざるを得ない状況に陥り、これが日本の貿易赤字の主な原因となっている。

このような日本のエネルギーシステムに、多様なエネルギー源を組み合わせて活用することでリスク分散を図るとともに、化石燃料への依存度を低下させていくためにも、各地域での再生可能エネルギーの利用促進が求められている。

第Ⅰ章でも記述したように、再生可能エネルギーを活用していくことで、全国どこにおいても導入した再生可能エネルギーの活用システムの範囲内で、必要なエネルギーを供給することが可能となる。また、電気と熱を組み合わせて有効活用することで、再生可能エネルギー導入がコスト削減につながるケースも考えられる。

■エネルギーのスケール・密度とエネルギーサービスの事業性の関係

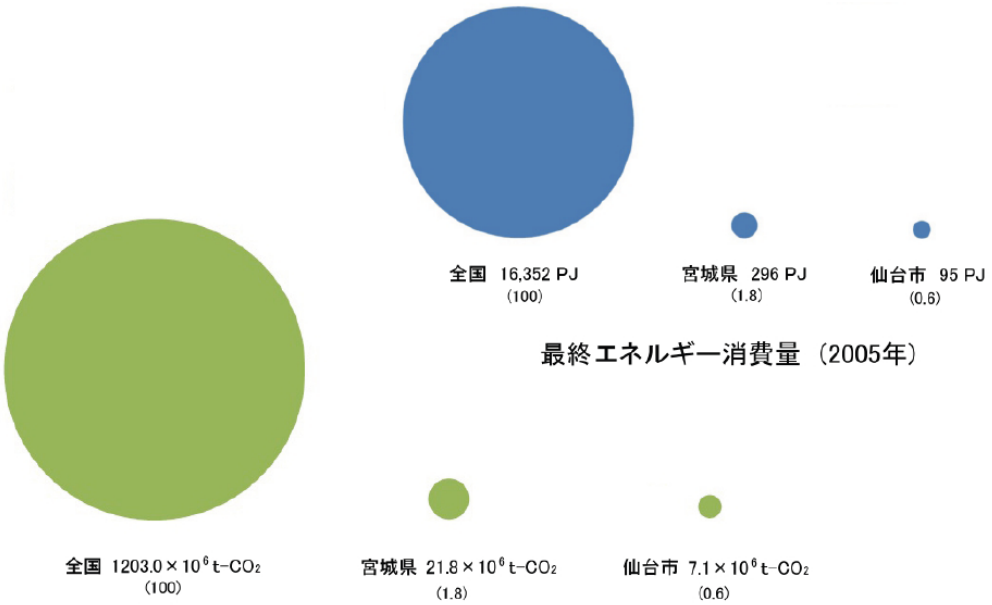
エネルギーを供給する上では、エネルギーを供給する面積と単位面積あたりのエネルギー密度の関係が、供給効率性を検討する上で非常に重要なファクターであり、エネルギーを供給する面積・スケールが大きくエネルギー密度が高いほど、エネルギーを供給する「エネルギーサービス」の事業性は高まっていく。

したがって、この点から考えると一般的にエネルギー供給サービスを手がける会社は、その対象地が人口密度の高い大都市であるほど事業性が高まると言える。

しかし再生可能エネルギーというエネルギー源の特徴を考えると、その賦存量は必ずしも大都市が有利なわけではなく、特に自然資源を活用する「バイオマス」については、資源を効率的に収集して利活用するためにも、大都市よりは近隣に森林資源や畜産資源を抱える地域の方が、効率性は高まる。

このように、再生可能エネルギーを使ったエネルギーサービスを検討する場合は、供給側の「資源の収集・利活用の効率性」と需要側の「エネルギーを供給範囲とエネルギー密度」の双方を検討の上で、事業性の検討を行っていく必要がある。

全国・宮城県・仙台市・宮古市のエネルギーのスケールの比較

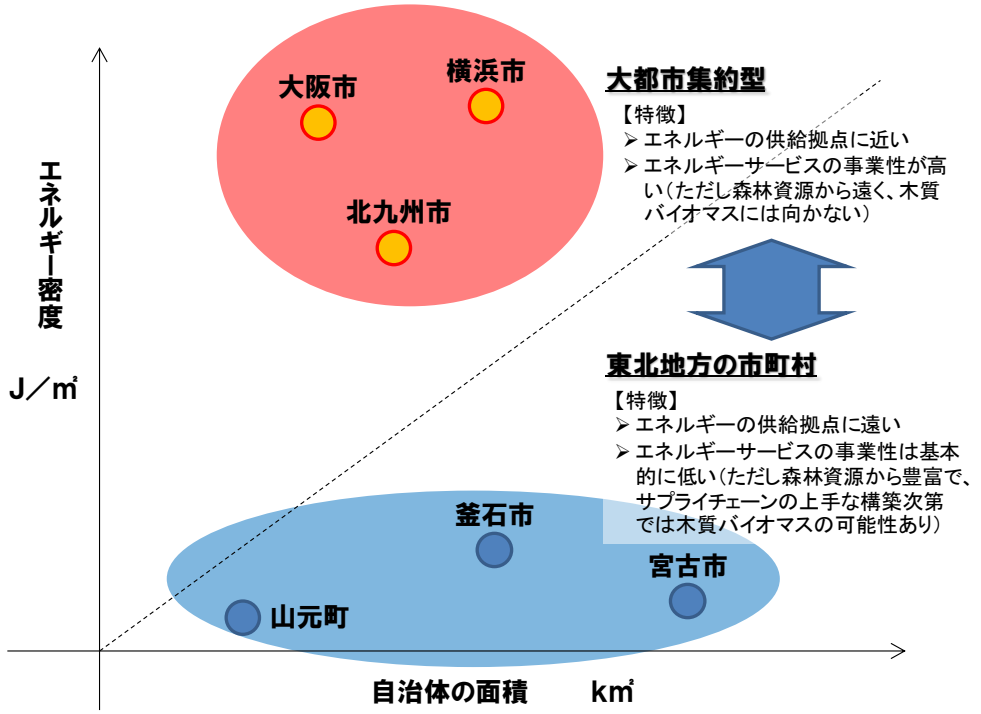


仙台市環境基本計画 2011-2020「杜の都環境プラン」より作成
※エネルギー消費量は二酸化炭素排出量から換算した値

	最終エネルギー消費量（2005 年）	割合（全国＝100）
全国	16,352.0 PJ	100.000
宮城県	296.0 PJ	1.800
仙台市	95.0 PJ	0.800
宮古市	6.0 PJ	0.030
山元町	1.3 PJ	0.007

（出所）東北大学大学院工学研究科・中田俊彦研究室　提供資料

エネルギーのスケール・密度とエネルギーサービスの事業性の関係

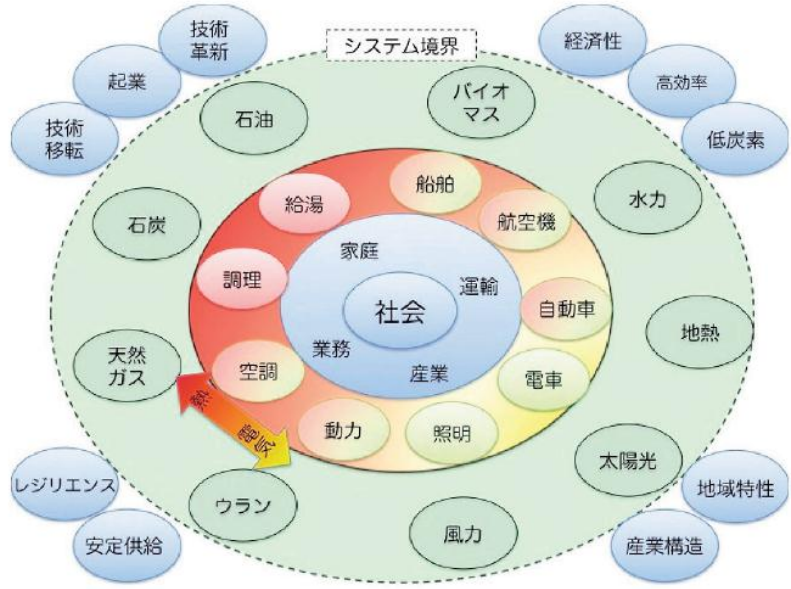


2. エネルギー需給バランスの検討とエネルギーフロー

■エネルギーフローによる地域におけるエネルギー需給バランス検討の必要性

「電気」と「熱」は、化石燃料や再生可能エネルギー等から生み出される「エネルギー」の形態の違いであり、実際に需要家において使用する用途に応じて両者を使い分けているにすぎません。したがって、それぞれの地域社会において最適なエネルギーシステムを検討する上では、本来は双方のエネルギーを融合して考察していく必要がある。

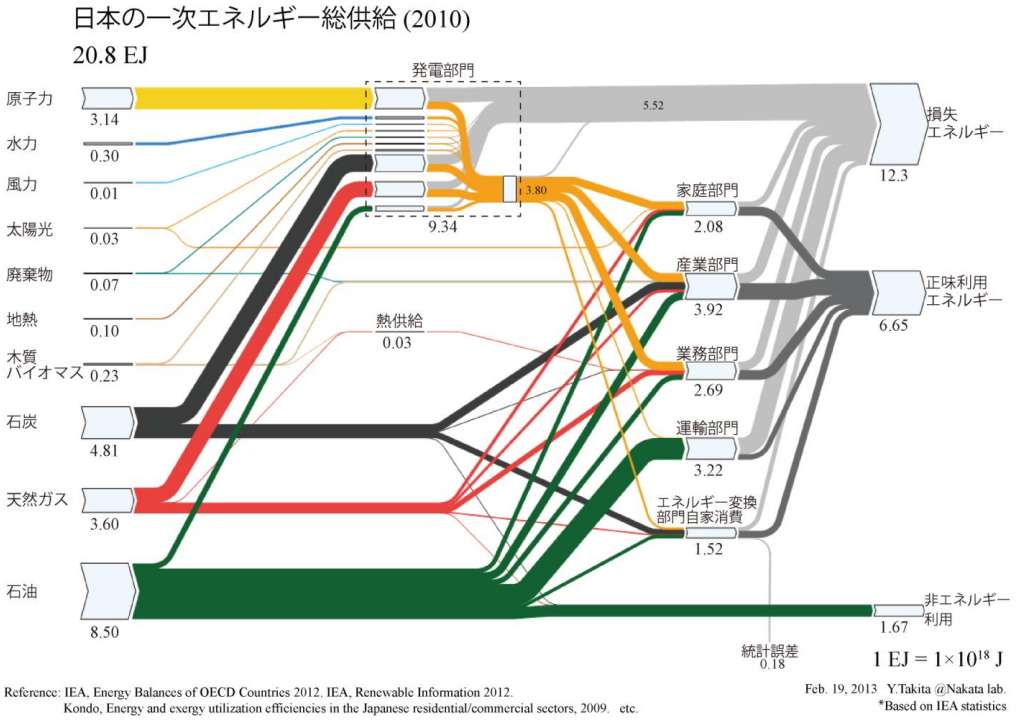
エネルギーの利用形態・使用用途の関係性と最適なエネルギーシステムを検討する上での視点

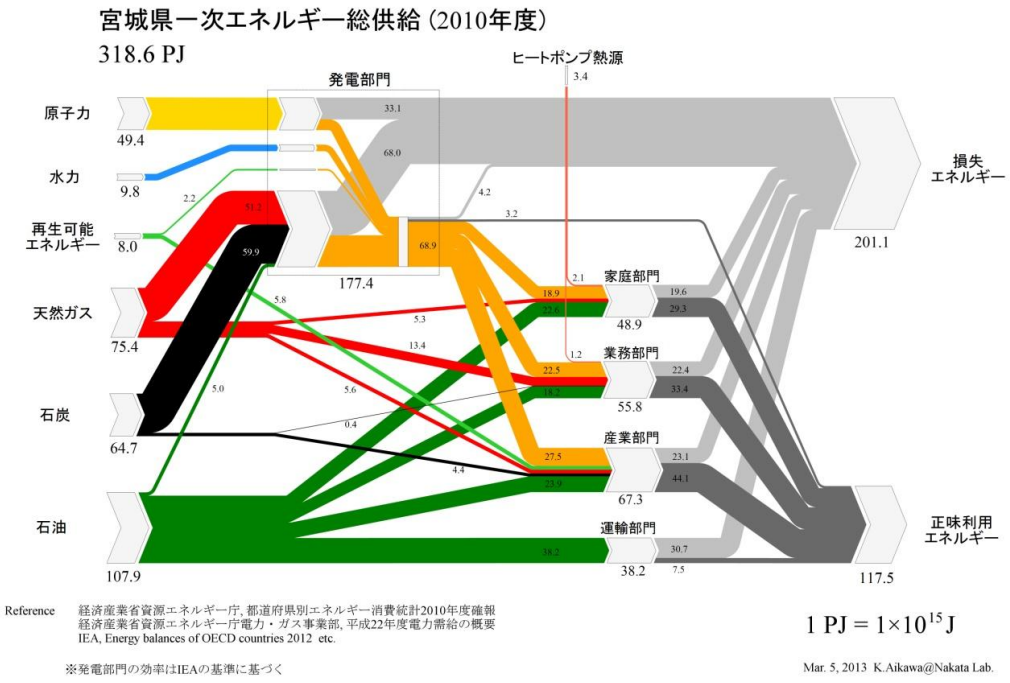


（出所）東北大学大学院工学研究科・中田俊彦研究室　提供資料

したがって、地域社会において最適なエネルギーシステムを検討する上では、「電気」「熱」を「エネルギー量」や「ＣＯ２排出量」等に換算するとともに、それぞれのエネルギーが発生してから需要家において使用される、あるいは排熱等によってエネルギーが失われるまでのフローを描いていく必要があります。その上で、排熱等によってエネルギーが利用されずに捨てられている「損失エネルギー」を、有効活用していくための方策を考えるところから検討を始めていく必要がある。

実際に、日本の一次エネルギーにおける供給と消費のフローを見ると、消費側で「正味利用エネルギー」として有効活用されているのは、エネルギー供給量の全体の４割にすぎず、全体の６割は発電部門はもちろん、家庭・業務・産業部門において熱として捨てられている。

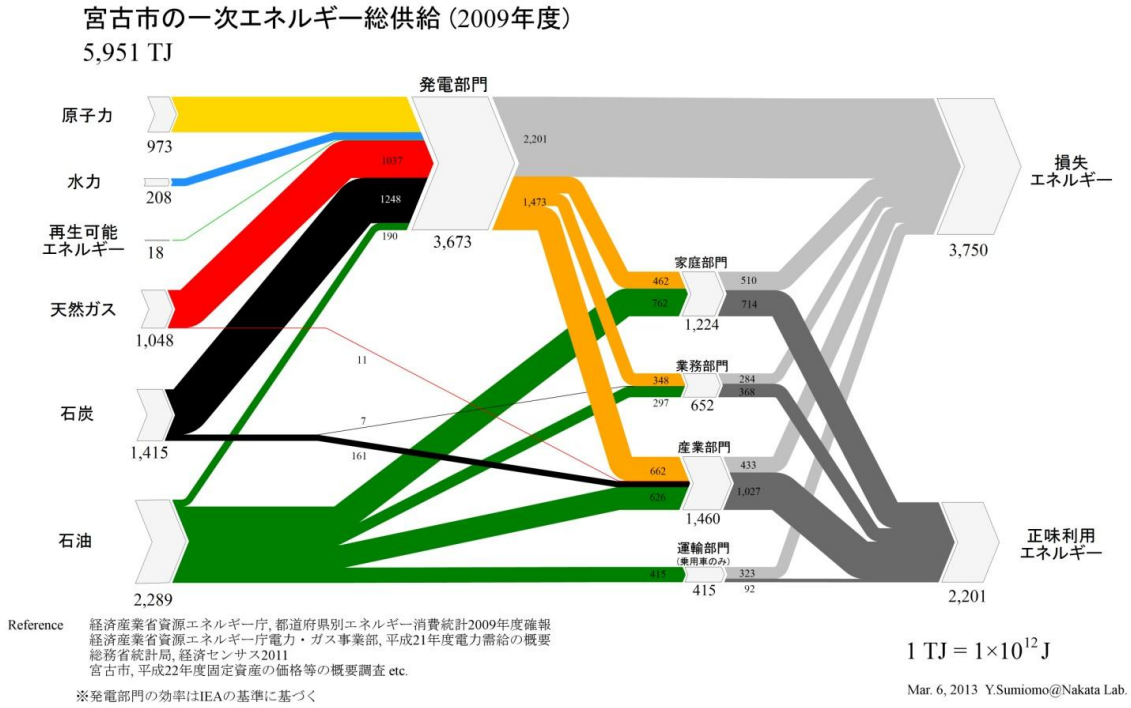


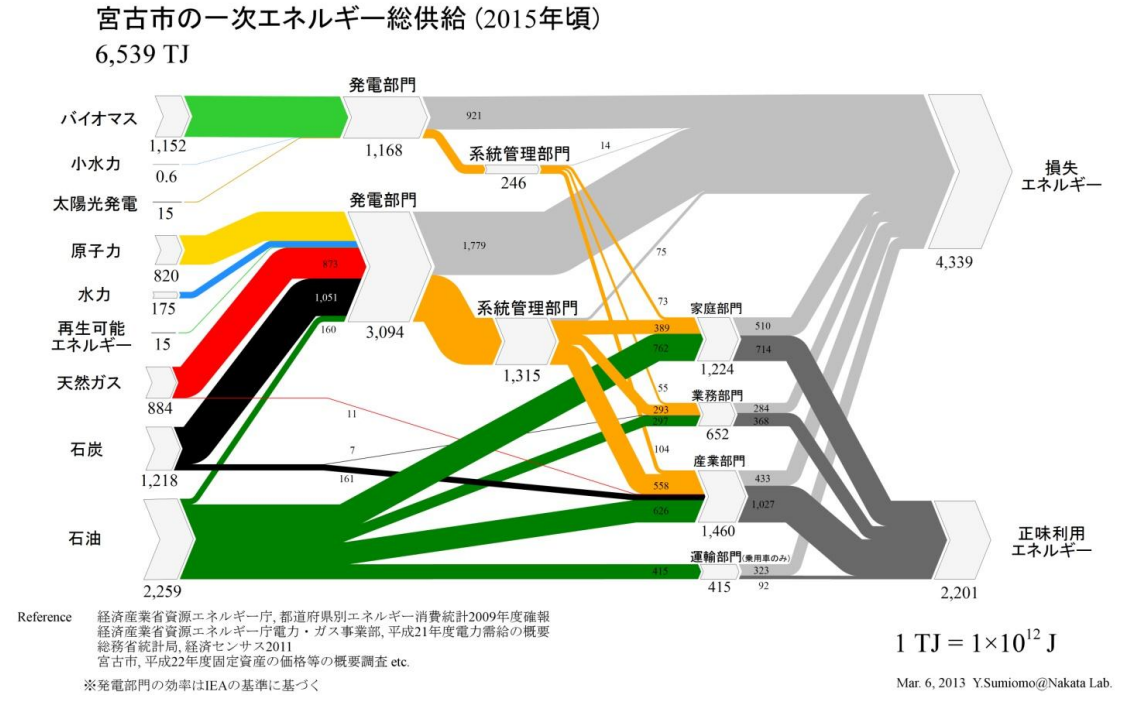


（出所）東北大学大学院工学研究科・中田俊彦研究室　提供資料

宮城県の一次エネルギーにおける供給と消費のフローを見ても、日本全体の約 50 分の 1 のスケールとはいえ、産業部門での熱利用が少なく、発電部門の割合が高い点を除くと、全国と同様に正味利用エネルギーは全体の４割にとどまり、６割は損失エネルギーとなっていることが伺える。

市町村レベルでは、岩手県宮古市における一次エネルギーにおける供給と消費のフローを比較すると、こちらも６割が損失エネルギーとなっている。宮古市では今後、電力・熱・輸送用燃料による「高機能エネルギーネットワークの構築」「大規模集約型から地域分散型へのシフト」「再生可能エネルギーの地産地消」を通じて、地域のエネルギー供給構造を変えていこうとしており、その構想をエネルギーフローで描くと以下のように整理することができる。





（出所）東北大学大学院工学研究科・中田俊彦研究室　提供資料

3. 系統への売電と自家消費の使い分けの検討

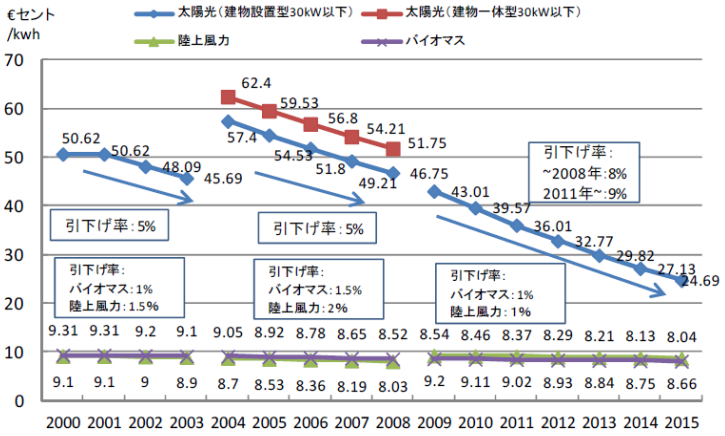
再生可能エネルギーの導入にあたっては、「系統への売電と自家消費の使い分け」を検討する必要がある。売電だけでなく、自家消費も選択肢として検討すべき理由としては、以下の３つがあげられる。

①将来的に固定価格買取制度が縮小される可能性があるため

2012 年 7 月より、「再生可能エネルギー固定価格買取制度」が開始され、電力会社は地域において発電された再生可能エネルギーによって発電された電気を買い取る義務が生じた。

現在は、再生可能エネルギーの普及促進のために、高い買い取り単価となっている。しかし買い取り単価は毎年改定されている上、既に先行した固定価格買取制度を導入しているドイツでも徐々に買い取り単価が低下しており、最終的には発電した電力の自家消費を検討せざるを得なくなる可能性が高い。

ドイツの固定価格買取制度における稼働開始年別の買取価格

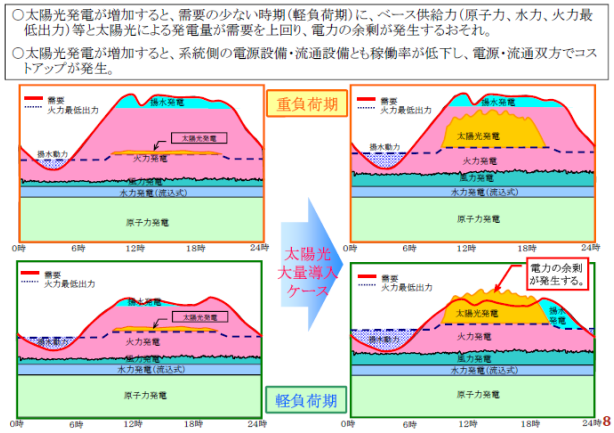


（出所）消費者庁「諸外国における再生可能エネルギー電気の固定価格買取制度等についての調査」

②系統電力網への逆潮流の一時停止の可能性があるため

また固定価格買取制度そのものは継続されたとしても、天候や風況に左右される再生可能エネルギーの導入量が増えてくると、供給側と需要側のバランスの調和がこれまで以上に難しくなる。このようなことから、将来的には電力会社側で系統電力網の安定化のため、一時的に需要家から系統電力網への逆潮流を停止することも想定される。逆潮流ができない時間帯に発電した電気を有効活用するためにも、発電システムの自家消費型へ切り替えることができる仕組みを考える必要がある。

太陽光による発電量が需要を上回った際のパワーコンディショナーを介した出力抑制



太陽光による発電量が需要を上回った時の需要家側での対策方法

１）パワーコンディショナーに内蔵されたカレンダー機能により、太陽光発電の出力を抑制

２）パワーコンディショナーの通信機能等により、遠隔手法で、出力抑制日・抑制量を設定

（出所）資源エネルギー庁「新エネルギーの大量導入に伴う影響とその対応策について」等より NRI 作成

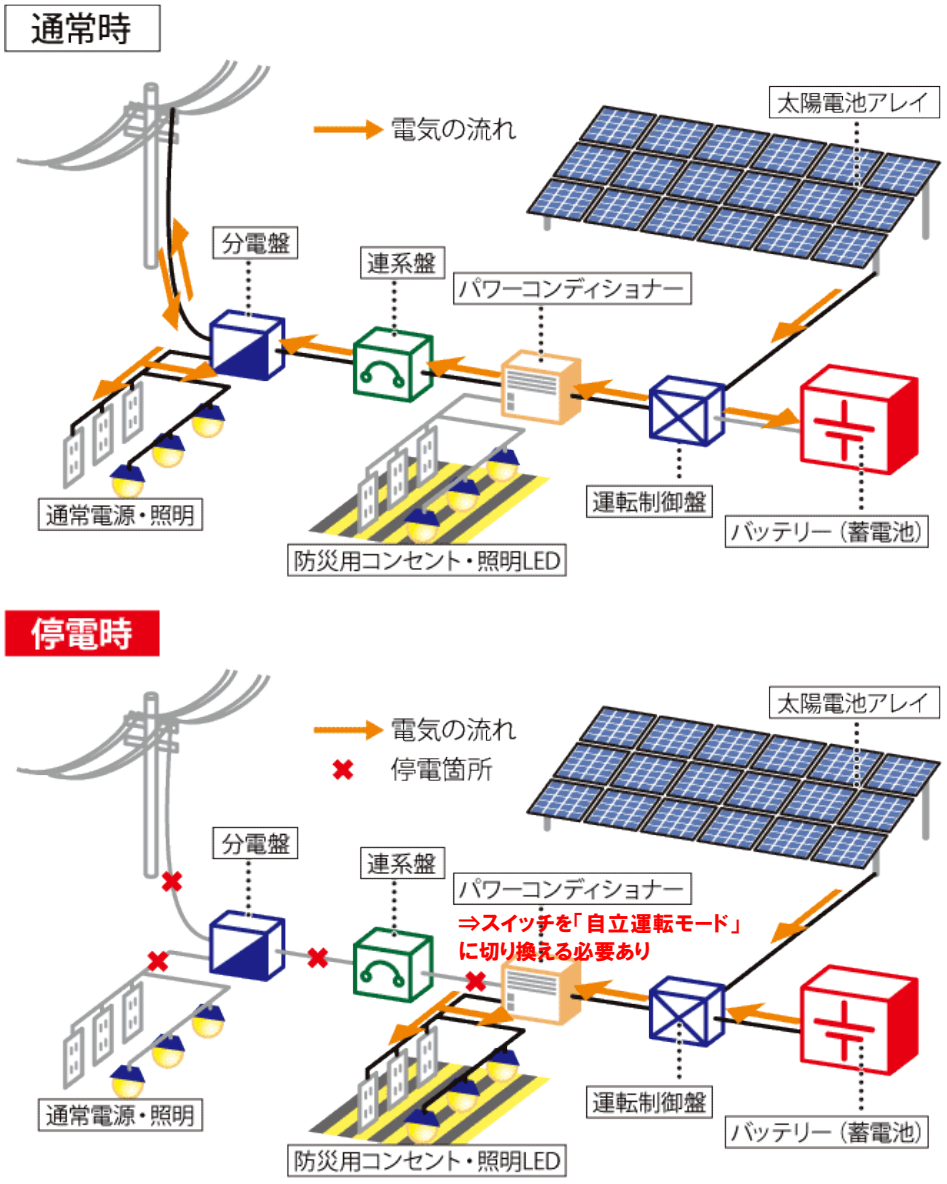
③災害などによる系統電力網の停電発生の可能性があるため

さらに、災害などによって系統電力網において停電が発生した場合には、平常時は売電を前提としていた発電システムを、自家消費型に切り替える必要がある（詳細は、平常時と非常時それぞれのオペレーションの検討において記述）。特に中山間地域などにおいては、台風や豪雪などの災害によって、都市部よりは停電の頻度が高いため、停電時にも活用が可能な再生可能エネルギーの仕組みを導入していくことは、地域のソーシャルセキュリティを高める上でも不可欠と言える。

4. 平常時と非常時それぞれのオペレーションの検討

「３．系統への売電と自家消費の使い分けの検討」を行う理由の３つめに記載した「災害などによる系統電力網の停電発生時」に、再生可能エネルギーからの発電だけで電気機器を動かすためには、太陽光発電システムに付属しているパワーコンディショナーを「自立運転モード」に切り換える必要がある。

太陽光発電の通常時と停電時のシステム構成の違い



（出所）ヒロトモエナジーホームページ（http://www.hirotomohome.co.jp/hirotomo/hirotomo03.html）

■家庭用太陽光発電システムにおける自立運転モードへの切り替え方法

以下に、家庭用太陽光発電システムに付属しているパワーコンディショナーを「自立運転モード」へ切り換える際の手順を整理した。

なお家庭用太陽光発電システムでは、「自立運転モード」を使ってパワーコンディショナーから直接給電を受ける場合、その上限は 1,500W（1.5KW）と定められている。エアコンやオーブンレンジなどの大電力を要するものは起動しないか、動作が不安定になるため、注意が必要である。

また、災害時に使用する必要のある電気機器はその容量を確かめた上で、あらかじめどの機器を使用するのか決めておくと、いざというときに素早く対応が可能になるだろう。

＜手順＞

①自立運転コンセントの場所と形状を確認する。

●パワーコンディショナ本体付属の場合

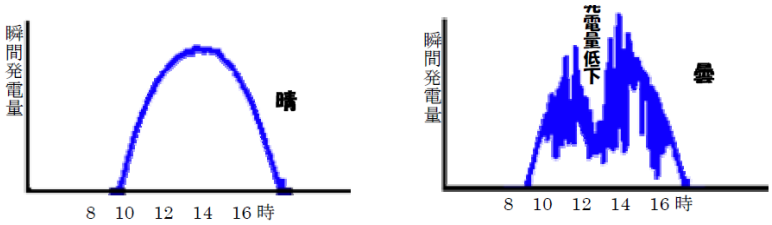
室内用パワコンディショナ（以下パワコン）の場合はおおむね本体右側にコンセントがあります。

※自立運転コンセントがパワーコンディショナーとは別置きになっている場合、あるいは自立運転コンセントが付いていないパワーコンディショナーもある。

②取扱説明書を読む。

③主電源ブレーカーを OFF にする。

※自立運転をするしないにかかわらず、停電時は必ず主電源ブレーカーをオフにする。阪神淡路大震災の際には、知らぬ間に通電して火事になったケースが実際に存在している。



曇天時の発電状況は、晴天時よりもはるかに不安定！！

④太陽光発電ブレーカーを OFF にする。

⑤自立運転モードに切り替える。

⑥接続機器を自立コンセントにつなぐ。

⑦電気機器使用時は、こまめに発電状況を確認する。

※雨天・曇天時や、太陽光パネルに急に影がかかる場合などは、自立運転コンセントの出力は低下してしまう。この時はデスクトップパソコンなどの瞬間的な停電に弱い機器は使用を控える。

⑧停電が回復したら、必ず元に戻す。

※自立運転モード解除⇒太陽光発電用ブレーカーON⇒主電源 ON の順で復帰させる。

（出所）環境省「太陽光発電の賢い使い方～停電・災害時の自立運転コンセントの活用～」

5. 売電に必要なインフラの検討

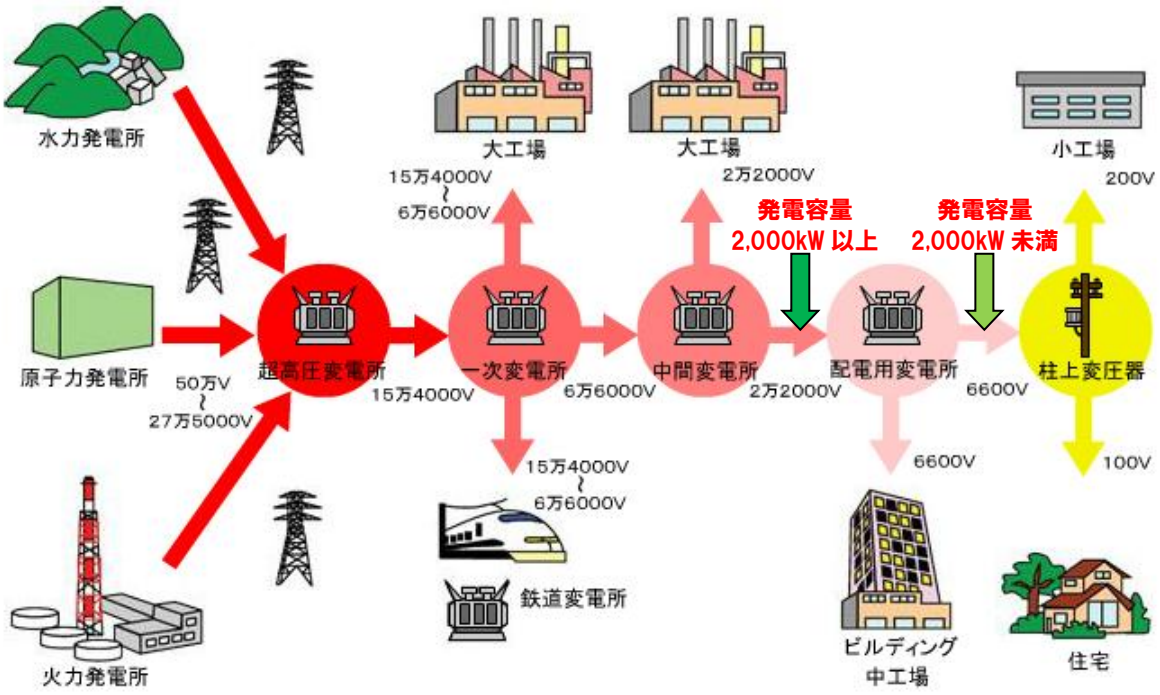
■電力会社が持つ送電線への接続

再生可能エネルギーで発電した電気を売電するためには、発電容量に応じた送電線が近くにあることが条件となる。

例えば発電容量が 1,000kW を超える太陽光発電（メガソーラー）の場合、発電容量が 2,000kW(2MW)未満の場合は高圧送電線（600V を超え 7,000V 以下） が、2,000kW(2MW)以上であれば特別高圧送電線(7,000V を超える）がそれぞれ必要になる。

特に「メガソーラーの適地」と言われている場所では、工業団地などを除き、一般的にこれまで電力需要はほとんどなかったことから、特に高圧の送電線が近くにないケースが多い。高圧の送電線が近くにない場合は、再生可能エネルギーを行う発電事業者が自ら電力会社が持つ高圧の送電線まで、送電設備を設置する必要がある。しかし一般的に送電線１キロにつき約１億円の費用がかかる上、距離が長くなればなるほど、送電による電力ロスも大きくなる。

再生可能エネルギーの発電出力と接続する送電網との関係



（出所）電気事業連合会ホームページ

なお北海道においては、既に 2012 年 12 月の時点で合計 34 万 1,000kW のメガソーラーが計画されており、全国の 33.8%を占めている。しかし北海道では肝心の送電網が本州に比べて脆弱であり、現在のインフラでは 40～60 万 kW 程度の受け入れが限界になると見られている。

北海道、メガソーラー上限超えか　経産省が九州などへの進出呼び掛け

経済産業省は７日、７月に始まった再生可能エネルギー固定価格買い取り制度で、出力１０００キロワット以上のメガソーラー（大規模太陽光発電所）の建設が北海道に集中し、北海道電力が技術的に受け入れられる容量の上限を超える可能性があると発表した。

経産省は北海道での制度利用手続きを厳格化するとともに、北電に受け入れ拡大に向けた対策を指示

した。

北海道は地価の安さや大規模施設の建設適地が多い。経産省によると、4～10 月に認定されたメガソーラーは合計 34 万 1000 キロワットで、全国の 33.8%を占めた。今後の申請予定を含めると約 40 万キロワットを見込む。２位の鹿児島県（9 万 1000 キロワット）、３位の福岡県（5 万 4000 キロワット）と比べ突出している。

ただ、北海道では電力を供給するのに必要な設備能力が小さい。泊原発（北海道泊村）の再稼働を前提に見積もると、メガソーラーは 40 万～60 万キロワット程度の受け入れが限界となる可能性があるという。

枝野幸男経産相は同日の会見で、「北海道は風力発電の立地で有望視されており、導入余地を残しておく必要がある」と指摘したうえで、「(太陽光発電は）全国どこでも立地可能」と指摘。

資源エネルギー庁も「九州の自治体は熱心に誘致している」と説明し、他の地域への進出を呼びかけた。

買い取り価格は、太陽光発電の 42 円（１キロワット時当たり）に対し、風力発電は 23.10～57.75 円。また、全国で風力発電の適地は北海道や青森県などに限られており、経産省にとって北海道の風力発電設置への期待は大きい。

経産省は今後、メガソーラーの設置認定の際、建設予定地の地権者の同意書提出を検討するほか、北電に対して受入量の拡大に向けて、変電所への大型蓄電池導入などを求める。

（出所）Sankei Biz 2012 年 12 月 8 日記事

6. エネルギーシステムの管理体制とタウンマネジメントの検討

エネルギーシステムの管理・運営は、これまでは電気・ガスなどのライフラインごとに、電力会社・ガス会社などが個別に担っていた。しかし、分散型電源や特定規模電力事業者（ＰＰＳ）の普及等に伴い、街区や地域単位で電気・ガス・水道などの複数のライフラインを一括で管理する仕組みも検討されている。中にはライフラインの維持管理を、街や地域の付加価値向上のツールとして活用し、エリアマネジメントの一環で取り組む例も生まれている。

事例１）仙台市宮城野区田子西地区「田子西エコモデルタウン」

仙台市の北東部に位置する宮城野区田子西地区は、田子西土地区画整理事業として東日本大震災以前より、低炭素まちづくりに向けた検討を実施してきた地域である。しかし、低炭素まちづくりに向けた検討が具体化した矢先に東日本大震災が発生したことを踏まえ、長期にわたり電力などのインフラが停止した時にも「エネルギーの自立」により最低限の暮らしが確保できる「災害に強い地球にやさしい低炭素まちづくり」を、新たなまちづくりの目標として再設定した。

具体的には、街区内の熱融通システム・高圧一括受電方式によるＰＰＳとデマンドレスポンスの導入・ＥＶや電動自転車によるタウンモビリティシェアリングシステムなどを導入し、これまでにない新しい「低炭素まちづくり」を具現化している。

（参照：http://www.env.go.jp/policy/assess/4-1report/file/h23_05h.pdf）

しかし、田子西地区内における良好なエネルギーマネジメントを実施するためには、システムの維持・管理を行う運営主体が必要である。ただしエネルギーマネジメントシステム単体としては、収益が小額であり、これらの収益だけではエネルギーマネジメントシステムを維持管理していくことは困難で

ある。そこで、地区全体の維持管理・運営を行い、継続的にまちを育成していくための組織を、地区住民・地権者・事業者などが関わり合いながら主体的に運営できる組織を立ち上げる計画となっている。

仙台市宮城野区田子西地区のタウンマネジメント事業の要素

一般的なマネジメント項目

①地域の将来像・プランの策定・共有化	⑥アメニティ(快適性)の維持・向上
②街並みの規制・誘導(建築協定など)	⑦地域全体のPR・広報・活性化
③個別建物・共有物(公園等)の維持・管理	⑧空家・空地等の有効活用促進
④日常生活・災害時などのルールづくり	⑨少子高齢化を見据えた育児・介護支援ｻｰﾋﾞｽ
⑤セキュリティ(防犯)の維持・向上	⑩コミュニティ形成の促進

＋

仙台市田子西の特長

①エネルギーマネジメント

1)地域全体(AEMS※1)、個別建物(HEMS※2など)の見える化システム
・運用、維持・管理、　・利用や操作の支援、　・省・創・蓄エネルギーのアドバイス
・CO2削減など環境保全効果の検証

2)熱エネルギーの建物間融通
・各設備機器システムの運営、維持・管理(熱源機、ﾎﾞｲﾗ、ｺｰｼﾞｪﾈﾚｰｼｮﾝ、ﾋｰﾄﾎﾟﾝﾌﾟ)
・システム導入による省エネルギー量、省エネ率、CO2排出量や削減率などの検証

3)シェアリングシステム(電動自動車、電動バイク)
・システム運営、　・急速充電器など機器の維持・管理、　・機器の拡張や更新・変更

4)エネルギーのスマート化より派生する環境価値の新たな創出
・クレジット化など排出取引による仕組みづくり、　・関係者へのインセンティブ

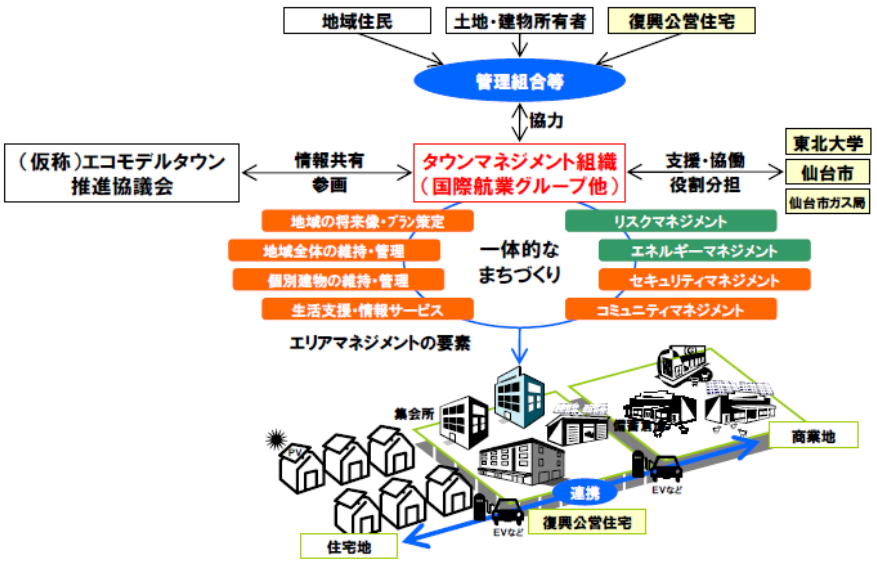
(※1AEMS:エリアエネルギーマネジメントシステム、※2HEMS:ホームエネルギーマネジメントシステム)

②リスクマネジメント

1)緊急・災害時対応
・避難計画などの策定、　・物資(食糧、衣料、医療品など)の確保、
・地域住民の安否確認や帰宅支援、　・防災拠点の運営など

2)ローカルマイクログリッドシステム
・(二重化、本線開閉モデルによる)電力網の運営、維持・管理
・災害時の急速充電器利用など、運営システム構築

仙台市宮城野区田子西地区のタウンマネジメント組織のイメージ



(出所)環境省「サスティナブル都市再開発促進モデル事業(田子西地区)」報告書

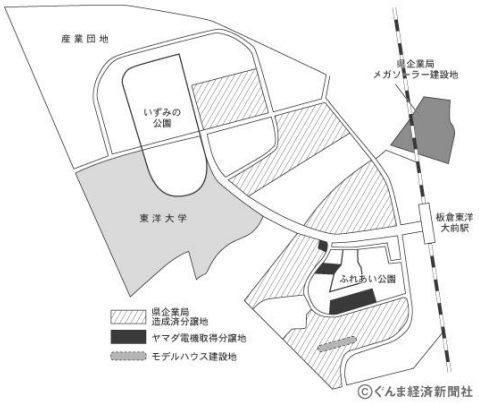
事例2）ヤマダ電機「スマニティタウン板倉東洋大前」

家電量販店大手のヤマダ電機は、群馬県・板倉町と連携して板倉ニュータウン内に、傘下のハウスメーカーであるエス・バイ・エルが開発したスマートハウスによって構成される「スマニティタウン板倉東洋大前」の開発に、2012 年 8 月に着手した。

「スマニティタウン板倉東洋大前」にはエス・バイ・エルのスマートハウスが、まずは街びらきとして平成 24 年に 60 戸、平成 27 年度までに約 500 戸が供給される。

ヤマダ電機が取得したエリアの中には、家電量販店として「ヤマダ電機」も立地し、この「ヤマダ電機」の店舗が、「スマニティタウン板倉東洋大前」のエネルギーマネジメント等のサービスを行う拠点として位置付けられている。

スマニティタウン板倉東洋大前のイメージと立地



（出所）ぐんま経済新聞

事例3）奈良県生駒市「生駒市スマートシティ推進奨励金」

奈良県生駒市は「環境 NO.1 都市」を目指して、環境に配慮したまちづくりを行う事業者に対して奨励金を交付する「生駒市スマートシティ推進奨励金交付要綱」を制定した。

この要綱は太陽光発電・燃料電池の設置、ハイブリットカーに対応した外部コンセントの設置、景観緑化の推進などの整備事項の条件を満たした 50 戸以上の開発計画に対して認定を行うものである。

第 1 号としてミサワホームが開発する住宅団地に 1 戸当たり 100 万円の交付を決めた。 太陽光発電など個々の住宅や設備への補助金は多いが、住宅地全体のエネルギーシステムを対象にした自治体の助成制度はこれまで全国でもほとんど例がない。

生駒市スマートシティ推進奨励金の要件

- 一体で開発される開発計画戸数 50 戸以上の一団の戸建て住宅地を対象地域とする。
  （ただし、開発計画戸数が 50 戸未満であっても、特段の理由により市長が認める場合は、対象地域とすることができる。）
- 適用される一戸当たりの最低敷地面積は、180 ㎡とする。
- エネルギーに関して対象地域内の全戸に次に掲げる設備を設置する。
  - 太陽光発電設備（出力が 3 kw 以上のものに限る。）
  - 住宅用蓄電池又は自動車の蓄電池と連携可能な配管
  - 燃料電池

- スマートメーター
- HEMS（各戸毎に発電量・使用電力量が表示できる装置）
- 外部コンセント（EV・PHV 対応型）

● 奨励金の額は、1戸当たり 100 万円の範囲内で市長が定める額とする。
（市長が特にスマートコミュニティの推進に優れていると認めるときは、奨励金の額を1戸当たり 120 万円の範囲内で市長が定める額とすることができる。）

（出所）生駒市ホームページ

7. エネルギー管理を担う人材育成方法の検討

スマートコミュニティや再生可能エネルギーを活用したまちづくりで地域活性化を実現するためには、外部から必要な要素技術を集めてくると同時に、地域内にこれらのまちづくりに携わる人材を育成することが不可欠である。特に 10～20 年間にわたって発生するメンテナンス業務については、維持管理のためのランニングコストを低減させるためにも、地域内での担い手の存在が不可欠となる。

このような人材育成を地方自治体において取り組んでいる先例として、宮城県東松島市の事例が挙げられる。宮城県東松島市は、東日本大震災以降にさらにニーズが高まっている太陽光パネル設置の施工者の育成のために、ＪＡＳＦＡ（一般社団法人・持続可能で安心安全な社会をめざす新エネルギー活用推進協議会）や太陽光発電工事専門校・テュフラインランド日本法人と提携して、東松島市内の被災した小学校を使った人材育成事業を 2012 年 7 月より開始している。

東松島市における雇用創出を目的とした太陽光発電システム施行講座

ＪＡＳＦＡによる太陽光発電システム施工講座が開講　～エコタウン形成と新たな雇用確保目指す～

7 月 17 日（火）、被災した浜市小学校で、太陽光発電システム施工の基本技術を学ぶ市民講座が開講しました。事業主体は被災地での新エネルギー活用を目指す一般社団法人「持続可能で安心安全な社会をめざす新エネルギー活用推進協議会（ＪＡＳＦＡ）」（本部・東京都港区）。太陽光発電は今後の復興事業で需要の高まりが期待されており、講座開設を通じ、地球に優しい環境先進地づくりに弾みをつけるとともに新たな雇用確保も目指します。

ＪＡＳＦＡは、「持続可能」で「安心安全な社会」形成を目指す組織で、東北の研究者や中小企業などで構成されています。「環境未来都市」構想を掲げる本市とタッグを組んで、自然エネルギーを活用したエコタウン形成の取り組みを進めています。

市民講座は「太陽光発電工事専門校」（本校・埼玉県川かわぐち口市）が運営。施工会社など約 200 社で構成するエコシフト技術工事協同組合が出資する一般社団法人です。17 日から 30 日までの 6 日間コースと 10 日間コースがあり、市内外から 12 人が受講しました。受講者は、体育館内に設置された模擬屋根を使って屋根施工や太陽光パネル取付工事の基礎を学びました。

また全国で 3 番目となる同専門校の業者向け施工士養成研修の東松島校は 7 月 30 日（月）に開講。ドイツのテュフラインランド日本法人と提携し、国際標準の施工技術と資格習得に向けて研修を重ねます。

自然エネルギーへの注目が集まり一般住宅への太陽光パネルの設置が進む一方で、施工者の慢性的な人材不足が課題として挙げられています。人材育成が急務となっており、ＪＡＳＦＡには、すでに近隣の屋根工事会社や太陽光発電の施工会社などから受講者雇用の問い合わせが寄せられているそうです。技術習得による就労機会の増大も期待されています。

（出所）市報「ひがしまつしま」

第Ⅲ章　エネルギー消費行動の見直しを通じた省エネルギーの検討

1. ライフスタイルの見直しを通じた省エネルギーの検討

地域におけるエネルギー使用の全体像の分析ができたら、それぞれのライフスタイルの見直しを通じて、エネルギー消費量を下げる余地がないかを、今度は個々の消費者に働き掛けながら、啓発していくことが重要である。

なお一般財団法人・省エネルギーセンターは、『家庭の省エネ大事典』を毎年発行して、省エネによる節約額や環境負荷の低減量を定量的に示しており、以下ではその概要を抜粋して整理した。このような資料も参考にしながら、スマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の中でも、地域をあげてライフスタイルの見直しを通じた省エネルギーに取り組んでいくための仕掛けづくりをあわせて考えていく必要がある。

家電製品や照明・空調における省エネ効果は以下の通りである。

① エアコン：室温は夏は 28℃、冬は 20℃に。つける時間は短めに。

	電気節約量	節約額
夏の冷房時の室温は 28℃を目安に 外気温度 31℃の時、エアコン（2.2kW）の冷房設定温度を 27℃から 28℃にした場合（使用時間 9 時間／日）	30.24kWh／年	約 670 円
冬の暖房時の室温は 20℃を目安に 外気温度 6℃の時、エアコン（2.2kW）の暖房設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間 9 時間／日）	53.08kWh／年	約 1,170 円
冷房は必要なときだけつける 冷房を 1 日 1 時間短縮した場合（設定温度：28℃）	18.78kWh／年	約 410 円
暖房は必要なときだけつける 暖房を 1 日 1 時間短縮した場合（設定温度：20℃）	40.73kWh／年	約 900 円
フィルターを月に 1 回か 2 回清掃 フィルターが目詰まりしているエアコン（2.2kW）とフィルターを清掃した場合の比較	31.95kWh／年	約 700 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

② ガス・石油ファンヒーター：室温は 20℃、必要な時だけ運転。

	燃料節約量	節約額
室温は 20℃を目安に ●ガスファンヒーター 外気温度 6℃の時、暖房の設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間 9 時間／日） ●石油ファンヒーター 外気温度 6℃の時、暖房の設定温度を 21℃から 20℃にした場合（使用時間 9 時間／日）	●ガス 8.15 ㎥ ●石油 10.22L	●ガス 約 1,130 円 ●石油 約 820 円
必要な時だけつける ●ガスファンヒーター 1 日 1 時間短縮した場合（設定温度：20℃） ●石油ファンヒーター 1 日 1 時間短縮した場合（設定温度：20℃）	●ガス 12.68 ㎥＋3.72kWh ●石油 15.91L＋3.89kWh	●ガス 約 1,830 円 ●石油 約 1,360 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

③ 電気カーペット：最低限の広さと温度で。

	電気節約量	節約額
広さにあった大きさを 室温 20℃の時、設定温度が「中」の状態で 1 日 5 時間使用した場合、3 畳用のカーペットと 2 畳用のカーペットとの比較	89.91kWh	約 1,980 円
設定温度は低めに 3 畳用で、設定温度を「強」から「中に」した場合 （1 日 5 時間使用）	185.97kWh	約 4,090 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

④ 電気こたつ：布団は厚く、温度は低く。

	電気節約量	節約額
広さにあった大きさを 室温 20℃の時、設定温度が「中」の状態で 1 日 5 時間使用した場合、3 畳用のカーペットと 2 畳用のカーペットとの比較	89.91kWh	約 1,980 円
設定温度は低めに 3 畳用で、設定温度を「強」から「中に」した場合 （1 日 5 時間使用）	185.97kWh	約 4,090 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑤ 照明器具：省エネ型に替え、点灯時間を短く。

	電気節約量	節約額
電球形の LED 照明に取り換える 54W の白熱電球から 5.7W の LED 電球に交換した場合 （ともに年間 2,000 時間使用）	96.60kWh	約 2,361 円
点灯時間を短く ●白熱電球 54W の白熱電球を 1 灯の点灯時間を 1 日 1 時間短縮した場合 ●蛍光灯 12W の白熱電球を 1 灯の点灯時間を 1 日 1 時間短縮した場合	●白熱電球 19.71kWh ●蛍光灯 4.38kWh	●白熱電球 約 430 円 ●蛍光灯 約 100 円

（出所）All About「年間コストで見る LED 電球の実力は？」http://allabout.co.jp/gm/gc/380325/
と一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑥ テレビ：つけっぱなしは要注意。

	電気節約量	節約額
テレビは見ないときは消す。 ●液晶テレビ 1 日 1 時間テレビ（32V 型）を見る時間を減らした場合 ●プラズマテレビ 1 日 1 時間テレビ（42V 型）を見る時間を減らした場合	●液晶テレビ 16.79kWh ●プラズマテレビ 56.58kWh	●白熱電球 約 370 円 ●蛍光灯 約 1,240 円
画面は明るすぎないように。 ●液晶テレビ テレビ（32V 型）の画面の輝度を最適（最大→中央）に調整した場合 ●プラズマテレビ テレビ（42V 型）の画面の輝度を最適（最大→中央）に調整した場合	●液晶テレビ 27.10kWh ●プラズマテレビ 151.93kWh	●白熱電球 約 600 円 ●蛍光灯 約 3,340 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑦ パソコン：使う時だけ ON。

	電気節約量	節約額
使わない時は、電源を切る。 ●デスクトップ型 1 日 1 時間利用時間を短縮した場合 ●ノート型 1 日 1 時間利用時間を短縮した場合	●デスクトップ型 31.57kWh ●ノート型 5.48kWh	●デスクトップ型 約 690 円 ●ノート型 約 120 円
電源オプションの見直しを。 ●デスクトップ型 電源オプションを「モニタの電源を OFF」から「システムスタンバイ」にした場合（3.25 時間／週、52 週） ●ノート型 電源オプションを「モニタの電源を OFF」から「システムスタンバイ」にした場合（3.25 時間／週、52 週）	●デスクトップ型 12.57kWh ●ノート型 1.50kWh	●デスクトップ型 約 280 円 ●ノート型 約 30 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑧ 電気冷蔵庫：詰め込まず、開閉を減らして。

	電気節約量	節約額
ものを詰め込み過ぎない。 詰め込んだ場合と、半分にした場合との比較	43.84kWh	約 960 円
無駄な開閉はしない。 JIS 開閉試験※の開閉を行った場合と、その 2 倍の回数を行った場合との比較	10.40kWh	約 230 円
開けている時間を短く。 開けている時間が 20 秒の場合と、10 秒の場合との比較	6.10kWh	約 130 円
設定温度は適切に。 周囲温度 22℃で、設定温度を「強」から「中」にした場合	61.72kWh	約 1,360 円
壁から適切な間隔で設置。 上と両側が壁に接している場合と片側が壁に設置している場合との比較	45.08kWh	約 990 円

※JIS 開閉実験：　冷蔵庫は 12 分毎に 25 回、冷凍庫は 40 分毎に 8 回で、開放時間はいずれも 10 秒

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑨ ガス給湯器：目的に合わせて設定温度をチェンジ。

	燃料節約量	節約額
食器を洗うときは低温に設定。 65L の水道水（水道 20℃）を使い、湯沸かし器の設定温度を 40℃から 38℃にし、2 回／日手洗いをした場合 （使用期間：冷房期間を除く 253 日）	8.80 ㎥ （ガス）	約 1,210 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑩ 電気ポット：つけっぱなしは大敵。

	電気節約量	節約額
長時間使用しないときはプラグを抜く。 ポットに満タンの水 2.2L を入れ沸騰させ、1.2L を使用後、6 時間保温状態にした場合と、プラグを抜いて保温しないで再沸騰させて使用した場合の比較	107.45kWh	約 2,360 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑫ ガスコンロ：炎は鍋の大きさに合わせて。

	電気節約量	節約額
炎がなべ底からはみ出ないように調節。 水 1L（20℃程度）を沸騰させる時、強火から中火にした場合（1 日 3 回）	2.38 ㎥	約 330 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑬ 食器洗い乾燥機：まとめ洗いと温度調節がポイント。

	燃料節約量	節約額
使用する時はまとめ洗いを。 給湯器（40℃）、使用水量 65L／回（冷房期間は、給湯器を使用しない）の手洗いの場合と給水接続タイプで標準モードを利用した食器洗い乾燥機の場合との比較 ※手洗い、食器洗い乾燥機ともに 2 回／日	●手洗い ガス　81.62 ㎥ 水道　47.45 ㎥ ●食器値乾燥機 電気　525.20 ㎥ 水道　10.80 ㎥	約 8,060 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑭ 風呂給湯器：続けて入り、シャワーは必要な時だけ。

	燃料節約量	節約額
入浴は間隔をあけずに。 2 時間放置により 4.5℃低下した湯（200L）を追いだきする場合（1 回／日）	38.20 ㎥	約 5,270 円
シャワーは不用意に流したままにしない。 45℃のお湯を流す時間を 1 分間短縮した場合	ガス　12.78 ㎥ 水道　4.38 ㎥	約 2,760 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑮ 温水洗浄便座：フタを閉め、こまめに温度調節。

	電気節約量	節約額
使わないときはフタを閉める。 フタを閉めた場合と、開けっぱなしの場合との比較（貯湯式）	34.90kWh	約 770 円
便座暖房の温度は低めに。 便座の設定温度を一段階下げた（中→弱）場合（貯湯式）、冷房期間は便座暖房を OFF にしている	24.60kWh	約 580 円
洗浄水の温度は低めに。 洗浄水の温度設定を一段階下げた（中→弱）場合（貯湯式）	13.80kWh	約 300 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

⑭ 洗濯機：洗濯物はまとめ洗いを。

	燃料節約量	節約額
洗濯物はまとめ洗いを。 定格要領（洗濯・脱水容量：6kg）の 4 割を入れて洗う場合と 8 割を入れて洗う場合の比較	電気 5.88kWh 水道 16.75 ㎥	約 3,950 円

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」より NRI 作成

たしかめてみよう！
あなたの省エネ度は
どのくらい?

ライフスタイルチェック25

AIR CONDITIONING		
①	暖房は20℃、冷房は28℃を目安に温度設定をしている。	□Yes □No
②	電気カーペットは部屋の広さや用途にあったものを選び、温度設定をこまめに調節している。	□Yes □No
③	冷暖房機器は不必要なつけっぱなしをしないように気を付けている。	□Yes □No
④	こたつはこたつ布団と一緒に敷布団と上掛けも使用し、温度設定をこまめに調節している。	□Yes □No
LIGHTING		
⑤	照明は、省エネ型の蛍光灯や電球形蛍光ランプを使用するようにしている。	□Yes □No
⑥	人のいない部屋の照明は、こまめな消灯を心がけている。	□Yes □No
ENTERTAINMENT		
⑦	テレビをつけっぱなしにしたまま、他の用事をしないようにしている。	□Yes □No
KITCHEN		
⑧	冷蔵庫の庫内は季節にあわせて温度調整をしたり、ものを詰め込み過ぎないように整理整頓に気を付けている。	□Yes □No
⑨	冷蔵庫は壁から適切な間隔をあけて設置している。	□Yes □No
⑩	冷蔵庫の扉は開閉を少なくし、開けている時間を短くするように気を付けている。	□Yes □No
⑪	洗いものをする時は、給湯器は温度設定を出来るだけ低くするようにしている。	□Yes □No
⑫	煮物などの下ごしらえは電子レンジを活用している。	□Yes □No
⑬	電気ポットは長時間使わない時には、コンセントからプラグを抜くようにしている。	□Yes □No
⑭	食器洗い乾燥機を使用する時は、まとめて洗い温度調節もこまめにしている。	□Yes □No
BATH&TOILET		
⑮	お風呂は、間隔をおかずに入るようにして、追い焚きをしないようにしている。	□Yes □No
⑯	シャワーはお湯を流しっぱなしにしないように気を付けている。	□Yes □No
⑰	温水洗浄便座は温度設定をこまめに調節し、使わない時はふたを閉めるようにしている。	□Yes □No
CLEANING		
⑱	洗濯する時は、まとめて洗うようにしている。	□Yes □No
CAR		
⑲	ふんわりアクセル「eスタート」を心がけている。	□Yes □No
⑳	加減速の少ない運転をするように気を付けている。	□Yes □No
㉑	早めのアクセルオフをするように気を付けている。	□Yes □No
㉒	アイドリングはできる限りしないように気を付けている。	□Yes □No
㉓	外出時は、できるだけ車に乗らず、電車・バスなど公共交通機関を利用するようにしている。	□Yes □No
ETC.		
㉔	電気製品は、使わない時はコンセントからプラグを抜き、待機時消費電力を少なくしている。	□Yes □No
㉕	電気、ガス、石油機器などを買う時は、省エネルギータイプのものを選んでいる。	□Yes □No

お持ちでない機器は、Yesとしてください。

Yesの合計	

あなたの省エネ度は?	Yesが20個以上	Yesが19～12個	Yesが11～5個	Yesが4個以下
	ズバリ省エネ派	まあまあ省エネ派	まだまだ省エネ派	もっと省エネ派

チェック25の実践で、あなたのスマートライフ効果を見てみましょう！

		1台の年間節約金額	掲載ページ
①	冷房時 エアコンの温度設定を27℃から28℃に	670円	P 3
	暖房時 エアコンの温度設定を21℃から20℃に	1,170円	P 3
	暖房時 ガスファンヒーターの温度設定を21℃からを20℃に	1,130円	P 4
	暖房時 石油ファンヒーターの温度設定を21℃からを20℃に	820円	P 4
②	部屋の広さや用途にあったものを選ぶ	1,980円	P 5
	設定温度を下げる(強→中)	4,090円	P 5
③	冷房時(28℃) エアコンを1日1時間短縮	410円	P 3
	暖房時(20℃) エアコンを1日1時間短縮	900円	P 3
	暖房時(20℃) ガスファンヒーターを1日1時間短縮	1,830円	P 4
	暖房時(20℃) 石油ファンヒーターを1日1時間短縮	1,360円	P 4
④	敷布団と上掛け布団	710円	P 5
	設定温度調節	1,080円	P 5
⑤	白熱球(54W)を省エネ型の電球型蛍光ランプ(12W)に替える	1,850円	P 6
⑥	蛍光ランプ(12W)：1灯あたり1日1時間短縮	100円	P 6
	白熱球(54W)1灯あたり1日1時間短縮	430円	P 6
⑦	32インチ(液晶)：1時間短縮	370円	P 7
⑧	詰め込み過ぎないように	960円	P 9
	冷蔵強度を適切に(強→中)	1,360円	P 9
⑨	壁から適切な間隔をあけて設置	990円	P 9
⑩	無駄な開閉をやめる(50回／日→25回／日)	230円	P 9
⑪	温度設定を40℃から38℃に	1,210円	P10
⑫	葉菜(ほうれん草、キャベツ)の場合	860円	P11
	果菜(ブロッコリー、カボチャ)の場合	930円	P11
	根菜(ジャガイモ、里芋)の場合	830円	P11
⑬	長時間使わない時はプラグを抜く	2,360円	P12
⑭	手洗い(給湯器)と比較	8,060円	P13
⑮	間隔をあけずに入る	5,270円	P14
⑯	流しっぱなしにしない(1分間／回短縮)	2,760円	P14
⑰	使わない時にふたを閉める	770円	P14
	便座の設定温度1段階下げる	580円	P14
	洗浄水の温度設定を1段階下げる	300円	P14
⑱	まとめて洗濯する(定格容量の4割→8割)	3,950円	P15
⑲	ふんわりアクセル「eスタート」	11,370円	P16
⑳	加減速の少ない運転	3,980円	P16
㉑	早めのアクセルオフ	2,460円	P16
㉒	アイドリングストップ	2,360円	P16
㉓	公共交通機関を利用する	ー	P16
㉔	主電源を切り、プラグを抜く	2,490円	ー
㉕	省エネ製品を選択する	6,530円	ー

本誌を活用して、よりいっそうの省エネを！

（出所）一般財団法人・省エネルギーセンター「家庭の省エネ大事典」

2. ICTの活用を通じた省エネルギーの実現

次に、エネルギー情報を活用しながら、システムによって省エネを実現する技術について整理をしていく。

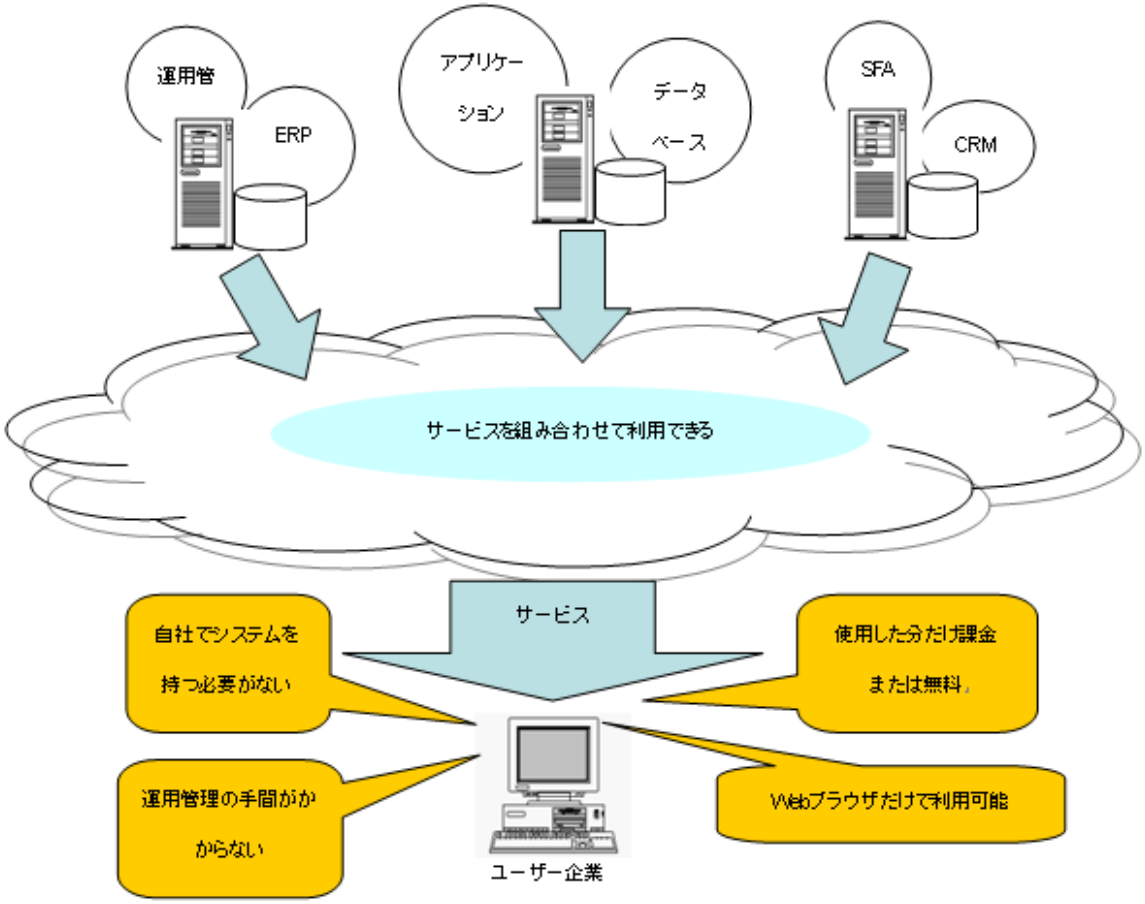
本調査では、大量のエネルギー情報をもとにエネルギー需要の変化や太陽光発電による発電量などを予測したり、エネルギー管理のためのアプリケーションなどを提供する基盤となる「クラウドコンピューティング」技術と、これらの技術を活用して需要家によるエネルギー消費を抑制する「デマンドレスポンス」技術について取り上げた。

① クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティングとは、ネットワーク（特にインターネット）をベースとしたコンピュータの利用形態のことである。ユーザーはコンピュータ処理をネットワーク経由で、クラウドコンピューティングを介して提供されるサービスを利用できる。

クラウドコンピューティングでは、CPU やハードディスクといったサーバーのリソースから、ERP（統合基幹業務）や CRM（顧客情報管理）といった業務アプリケーションまでのすべてを、インターネット経由で提供する。ユーザーは、Web ブラウザを搭載した端末を用意してインターネットに接続すれば、サーバーやディスク装置、ソフトウエアなどのコンピュータ資源がどこにあるのかを意識することなく、必要な機能（サービス）を組み合わせて利用できる。

クラウドコンピューティングの概念



（出所）独立行政法人　情報通信研究機構ホームページ

■エネルギー情報をクラウドコンピューティングで扱う意義

「エネルギー需要の変化」や「天候による太陽光発電の変化」といった、再生可能エネルギーを扱う上で必要な情報に対してクラウドコンピューティング技術を活用することで、膨大に蓄積されたデータ（ビッグデータ）をもとに、エネルギーの使用量をより詳細に分析したり、未来のエネルギー需要や太陽光発電による電力供給量を予測することも可能となる。

実際に、クラウドコンピューティング技術を用いてエネルギーマネジメントを実施するサービスを提供している例も生まれている。

富士通株式会社のクラウドコンピューティング技術を活用したエネルギーマネジメントの商品例

クラウドを活用したエネルギーマネジメントシステム「Enetune」を新発売

～企業が保有する全拠点の電力データを一元管理し、電力利用の効率化を支援～

当社は、クラウドを活用したEMS（エネルギーマネジメントシステム）サービス「Enetune（エネチューン）」を開発し、6月末より提供を開始します。企業が保有する自社ビル、テナント、店舗など、複数の拠点から電力データを収集し、クラウドに集約して一元管理することで、統合的・横断的な見える化を実現します。

これにより、従来は拠点ごとの改善にとどまっていたエネルギーマネジメントを、全拠点を対象に一元的に行うことができ、電力利用の効率を複数拠点間で比較・評価したうえで効果的な対策を展開することが可能となります。また、株式会社富士通研究所（本社：神奈川県川崎市、代表取締役社長：富田達夫、以下、富士通研究所）の最新技術を適用した電力需要予測機能により、あらかじめその企業のピーク電力が予測できるため、計画的に蓄電池や自家発電機に切り替えたり、対象機器の遠隔制御や自動制御が可能になり、契約電力超過の抑制も実現します。

クラウド型EMSサービス「Enetune」の機能

機能	概要
見える化	各拠点で計測した電力データをクラウドサービスへ集約・蓄積します。 蓄積したデータをもとにグラフや帳票形式で電力利用状況を可視化します。
統合管理	管理対象拠点全体の電力利用状況の集計と把握を行います。 目標達成状況の確認や拠点間の電力利用効率の比較・評価が可能です。
電力需要予測	当日の電力需要を事前に予測し、管理者に情報を提供します。蓄電池や自家発電に切り替えるなどの対策を、あらかじめ検討しておくことができます。
デマンド管理	一定周期の利用電力監視により、システムから管理者に警報を通知します。遠隔制御機能などにより、契約電力超過を抑制できます。
遠隔制御	遠隔操作で空調、照明などの省エネ制御が可能です。
自動制御	自動で空調、照明などの省エネ制御を行います。
報告書作成	収集したデータをもとに省エネ法や自治体条例に対応した報告書を作成します。

（出所）富士通株式会社ホームページ

② デマンドレスポンス

デマンドレスポンスとは、ピークカットや省エネを実現するため、需要家側が電力の使用を抑制するようにインセンティブを付けながら電力消費パターンを変化させることである。

デマンドレスポンスのための具体的な手段としては、主に「エネルギーの見える化」「インセンティブの付与」「エネルギーの自動制御」の３種類を上げることができる。

デマンドレスポンスのための主な手段

デマンドレスポンスの種類	概要と期待される効果
エネルギーの見える化	エネルギーの消費状況を家電単位でリアルタイムに把握できるようにするアプリケーションシステムを通じたサービス。 ⇒エネルギー使用量とかかるコストを明示することで、省エネに対する意識を啓発する効果が期待できる。
インセンティブの付与	エネルギー需要が逼迫する際に、電気料金やポイント等のインセンティブを付与しながら、電力需要のピークカットのために、需要家のエネルギー使用に関する行動変化を促すサービス。 ⇒エネルギーの見える化よりも、より強力に省エネに対する意識を啓発する効果が期待できる。
エネルギーの自動制御	消費エネルギーの目標値や家電別の優先順位を設定して、最適な消費エネルギー量をコントロールするシステムを通じたサービス。 ⇒需要家の意識に頼らずに、一定の条件で自動的に省エネを実現することができる。

デマンドレスポンスについては、国内では、一部の PPS（特定規模電気事業者）と高圧一括受電サービス事業者により、マンションを対象に導入が始まっているが、現状では法律上の制約もあり、高圧一括受電を導入している施設でなければ、デマンドレスポンスを行うことができない。

高圧一括受電を導入している施設でのデマンドレスポンスの事例としては、株式会社ＮＴＴファシリティーズとＰＰＳ（特定規模電気事業者）である株式会社エネットが共同で展開しているサービスが特筆される。

株式会社ＮＴＴファシリティーズと株式会社エネットのデマンドレスポンスサービス「EnneVision」

株式会社 NTT ファシリティーズ（東京都港区、代表取締役社長：筒井 清志、以下 NTT ファシリティーズ）と、株式会社エネット（東京都港区、代表取締役社長：池辺 裕昭、以下エネット）は、商用サービスとして日本初となる電力の供給サイドと需要サイドが一体となったマンション向けデマンドレスポンスサービス「EnneVision（エネビジョン）」を本格拡大します。

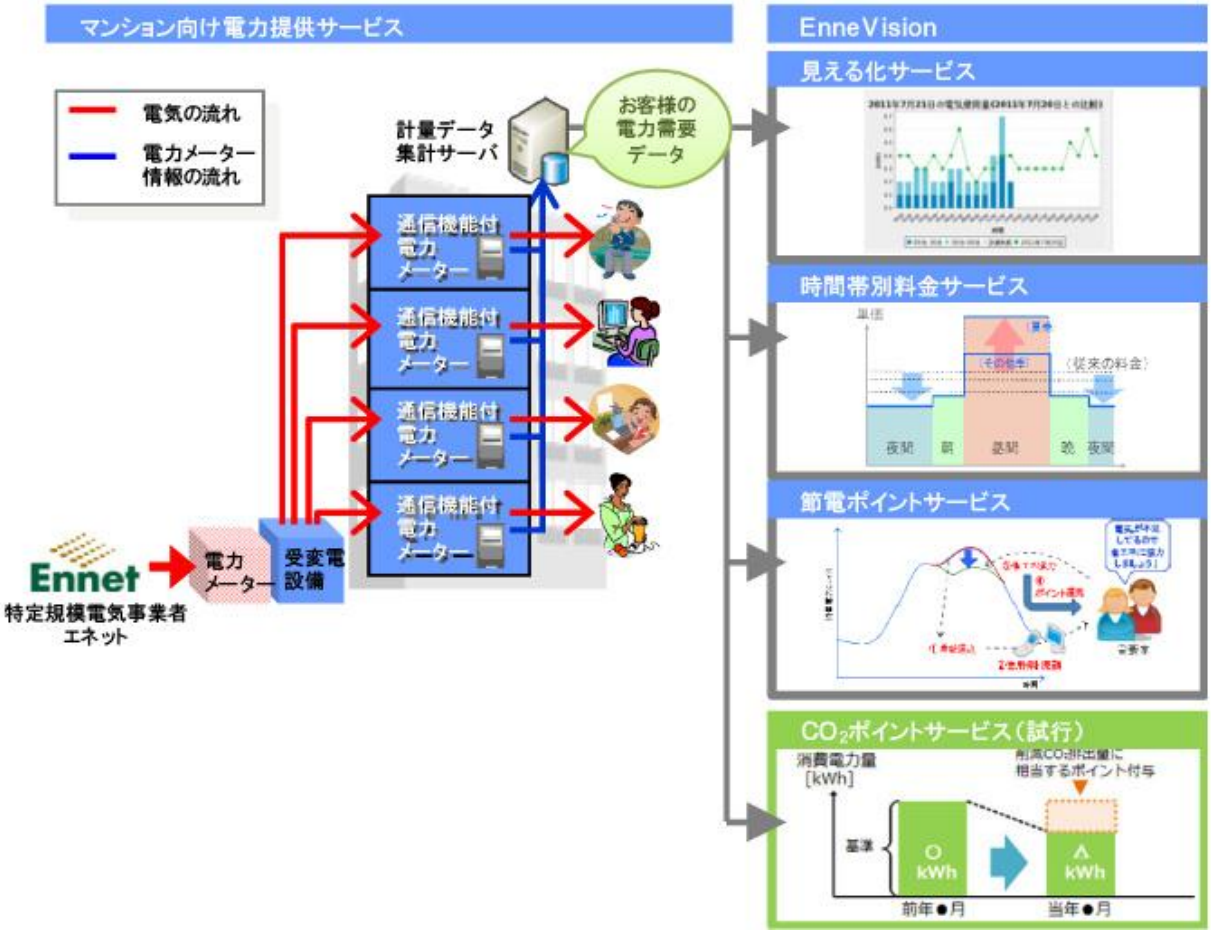
これまで「EnneVision（エネビジョン）」は、「マンション向け電力提供サービス」をご利用いただいている一部の入居者に試行提供してきましたが、「マンション向け電力提供サービス」を新たに導入いただく全てのマンションに拡大します。

「EnneVision（エネビジョン）」では、マンションに設置したスマートメータを利用し、電力使用量を可視化することで省エネ活動を支援する「見える化サービス」、昼間のピーク時間帯の電力使用を抑制し朝晩・夜間にシフトすることで電気料金が安くなる「時間帯別料金サービス」、電力需給逼迫時に、ご利用者にネガワットを提供いただき、ネガワット量に応じたポイントを還元する「節電ポイントサー

ビス」を提供しています。

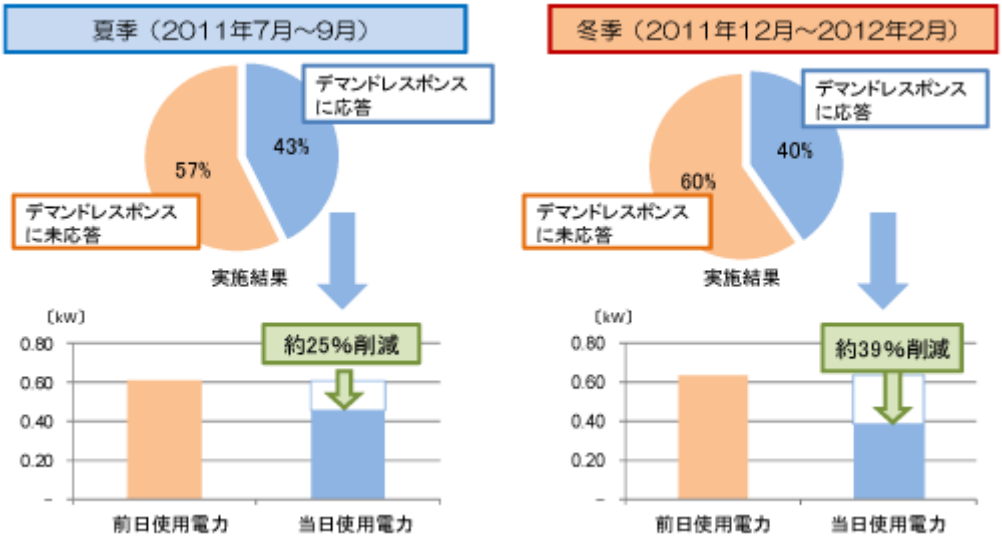
NTT ファシリティーズは、「EnneVision（エネビジョン）」を本格拡大するとともに、これまで培ってきた各種節電・省エネ技術を統合的に提案し、昨夏に経験した“我慢の節電”から“賢い節電”へシフトするための支援をします。

デマンドレスポンスサービス「EnneVision（エネビジョン）のイメージ



（出所）NTT ファシリティーズホームページ

デマンドレスポンスサービスの試行結果



（出所）NTT ファシリティーズホームページ

第Ⅳ章 エネルギーを有効活用する技術の検討

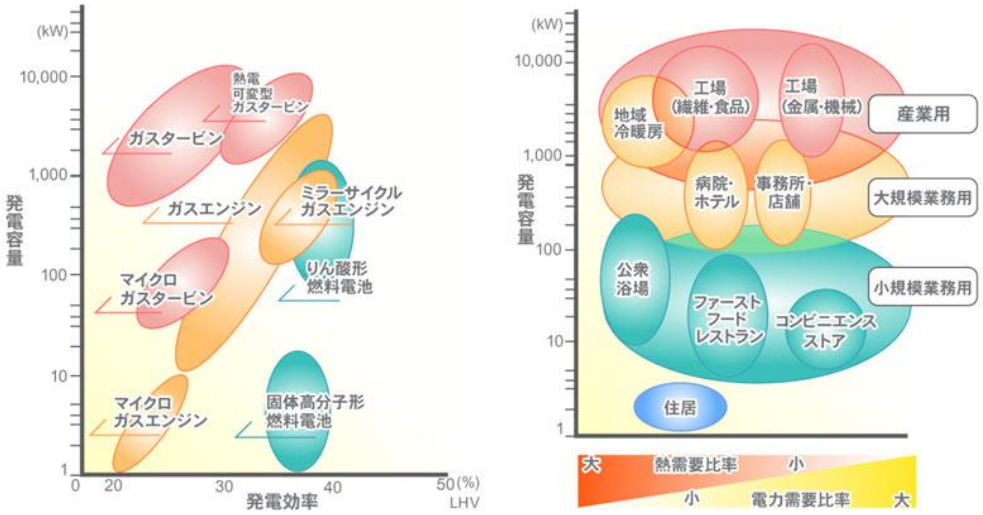
1. エネルギーを「つくる」技術

① コジェネレーション

■コジェネレーションの種類

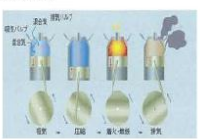
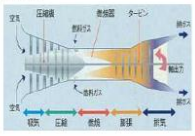
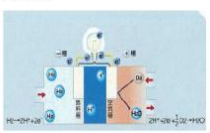
コジェネレーションは、天然ガスや燃料電池を使った燃焼や化学反応を通じて、電気と熱を同時に発生させる発電方式である。ガスコジェネレーションは、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの多くが、日照や風況に左右される一方で、需要家側でこれらの再生可能エネルギーの出力変動を補うことができるツールとして注目されている。

コジェネレーションのラインナップとエネルギー需要規模との関係



（出所）一般社団法人　日本ガス協会ホームページ

主なコジェネレーションシステムの種類

ガスエンジン方式	ガスタービン方式	燃料電池方式
・吸気、圧縮、着火・燃焼の工程を通じ、燃焼ガスの持つエネルギーをピストンの往復運動に変えて発電。 ・エンジンの冷却水や排ガスの排熱を蒸気または温水として回収するもので、発電容量 1kW から数千 kW クラスまで対応。 【原理図】  	・吸気、圧縮、着火・燃焼の工程を通じ、燃焼ガスの持つエネルギーをタービンの回転運動に変えて発電。 ・排ガスの排熱を蒸気または温水として回収するもので、発電容量数十 kW から数万 kW まで対応。 【原理図】  	・水の電気分解と逆の反応を利用し、天然ガスから水素を取り出し、空気中の酸素と反応させて電気と水を作り出し、同時に発生する熱を蒸気又は温水として回収する ・家庭用の PEFC（高分子電解質形）も市場投入され、将来的にはさらなる発電効率向上が見込まれる SOFC（固形酸化物形）の商品化も見込まれる。 【原理図】 

（出所）各種資料より NRI 作成

コジェネレーションシステムには、大きく分けて３つの方式（ガスエンジン方式、ガスタービン方式、燃料電池方式）がある。これらは、発電容量に応じて機種を選択する必要がある。

エネルギー需要分野において、電力需要が大きく熱需要が小さな分野には発電効率が比較的高い機種、逆に電力需要が少なく熱需要が大きな分野には廃熱回収効率が比較的高い機種が適している。

■代表的な家庭用のコジェネレーション

排気排熱ボイラで蒸気を発生させて発電をすると同時に、エンジン冷却水で水道水を加熱して給湯も行う「熱電併給」のエネルギー供給システムである。家庭用のコジェネレーションとして普及しつつあるのが「エネファーム」と「エコウィル」である。

代表的な家庭用のガスコジェネレーションシステム

種類	概要	メーカー
エネファーム（燃料電池方式）	➢ ガスと水蒸気から水素を発生させ、この水素と酸素から電気を作る燃料電池を使用する。 ➢ 電気の発生と同時に、燃料電池から発生する熱も利用するという方法をとる。この熱でお湯を沸かして貯めておき、必要な時に利用することができる。 ➢ 初期費用は 2,761,500 円（東京ガス管内、ただし 105 万円の補助金が拠出される）	●組み立て ・三菱電機 ・荏原バラード ・東芝燃料電池システム ・ENEOS セレテック ・トヨタ自動車＋アイシン精機 ・富士電機アドバンステクノロジー ・パナソニック　など
エコウィル（ガスエンジン方式）	➢ ガスを燃料として発電機を回して電気を作り、この電力とともに排熱を利用してお湯を沸かす。 ➢ 初期費用は 841,050 円（東京ガス管内） ➢ 家庭用のほかに、業務用のコジェネレーションシステムも実用化されており、ホテルや病院・公共期間などの大型施設で実用化されている。	●ガスエンジン ・本田技研工業 ●給湯システム ・長府製作所 ・ノーリツ ・大阪ガス ・東邦ガス ・西部ガス　など

（出所）各種資料より NRI 作成

■大型施設での導入事例

大型施設における業務用のガスコジェネレーションシステムの導入事例として、以下のような事例があげられる。多くの場合、ホテル・大規模オフィスビル・スタジアム・病院などにおいて、電源の多重化や停電時対応のための非常用電源として、システムを導入しているケースが多い。

大型施設での業務用ガスコジェネレーションシステムの導入事例

タイプ	導入施設	施設規模	備考
電源の多重化事例（系統電源とは別に独立電源を保有するケース）	ホテルニューオータニ（東京都港区）	ガスタービン:1,500kW×3	常用防災兼用機
	埼玉スタジアム 2002（さいたま市）	ガスエンジン:750kW×2	常用防災兼用機
	コレド日本橋（東京都中央区）	ガスエンジン:800kW×3	常用防災兼用機
停電時対応型（停電時のために独立電源を保有するケース）	台東区立台東病院（東京都台東区）	ジェネライト:25kW×2	
	四季彩の湯（千葉市）	ジェネライト:25kW×1	
ＥＰＳ事例（エネルギー設備の保有から、エネルギー供給・メンテナンスまでをワンストップで請負）	聖マリアンナ医科大学（川崎市）	ガスエンジン:2,423kW×2	
	帝京大学医学部附属病院（東京都板橋区）	ガスエンジン:1,253kW×1	
受託事例（顧客代わって設備を所有し、初期投資費用および維持費用を平準化）	済生会若草病院（横浜市）	ジェネライト:25kW×1	
	順天堂大医学部附属練馬病院（東京都練馬区）	ガスエンジン:300kW×1	
ＥＳＣＯ事例（光熱水費の削減メリットを原資として、省エネルギー・省 CO2 改修事業を請負）	・横浜ラポール ・横浜市総合リハビリテーションセンター ・横浜市総合保険医療センター	ガスエンジン:350kW×1 ジェネライト:25kW×3 ※面的利用	
再生可能エネルギーとの組み合わせ事例	茅ヶ崎新北陵病院（茅ヶ崎市）	ジェネライト:25kW×2	太陽熱との併用

（出所）東京ガスホームページ

2. エネルギーを「ためる」技術

次に、蓄電設備などのエネルギーを「ためる」技術について整理をしていく。本調査では、特に今後の普及が見込まれる「定置用蓄電池」と「電気自動車」について取り上げた。

① 定置用蓄電池

■定置用蓄電池の概要

蓄電池システムは、蓄電池および直交変換を行う双方向パワコンから構成されるシステムであり、主に発電出力が不安定な再生可能エネルギーの電気を安定化させ、家庭や事業所等で利用できるようにすることを目的に導入されている。

現在、実用化されている蓄電池としては、NAS 電池（日本ガイシ）、ニッケル水素電池（FDK、川崎重工等）、リチウムイオン電池（パナソニック、ソニー、日立マクセル、NEC、東芝、GS ユアサ等）、鉛蓄電池（パナソニック、GS ユアサ等）があり、実証中のものとしては、レドックスフロー電池（住友電気工業）がある。

コスト面では NAS 電池、鉛電池に優位性があり、コンパクト化（エネルギー密度）という観点からはリチウムイオン電池に優位性がある。

ただし近年では、軽量小型なため家庭や事業所で扱いやすいリチウムイオン電池のニーズが高まっており、リチウムイオン電池のコストも低下を続けている。したがって、以下では主にリチウムイオン電池を中心に取り上げていくこととする。

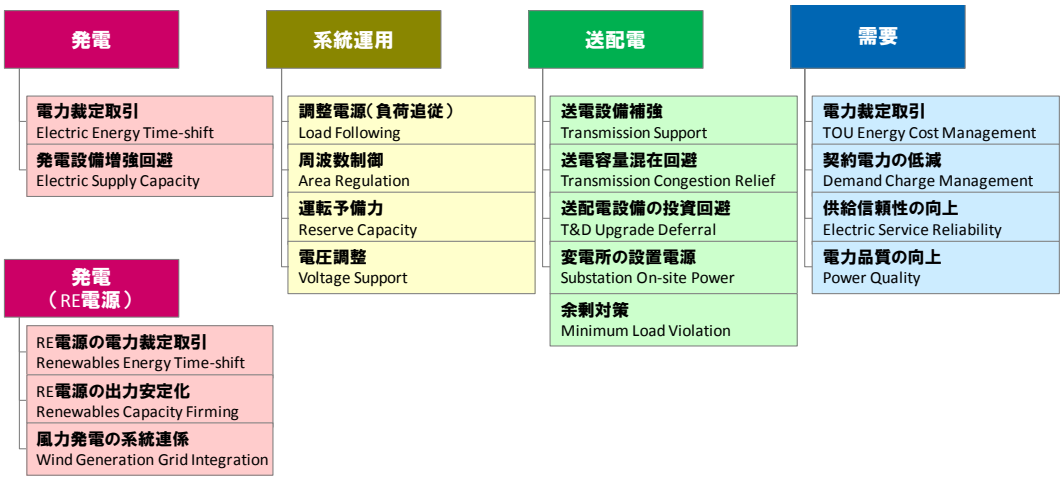
定置用蓄電池として使用されている主要な電池の種類

	特徴	課題
鉛蓄電池	・電池の特徴として、常に充電しておき、停電時に使用するといった使い方に強いので、停電時のバックアップ用として病院や公共施設に使用されてきた。 ・一方で近年、ピークシフト等の負荷平準化用や、太陽光や風力の発電出力の変動を抑制するといった変動抑制用には対応が難しい。	・単位体積や単位重量あたりに蓄えられる電力が低く、多くの電力を蓄えようとすると体積が大きく、重くなってしまう。
NAS 電池	・鉛蓄電池に比べ、単位体積あたりに蓄えられる電池が約 2 倍と高く、充電した電力の 90%を放電することができるといった高い効率で電力を使用できる。 ・また、充電しておく間に放電してしまう自己放電がないため、蓄えた電力を保存しておく場合に効率が良い。	・動作温度が 300 度以上と高温でヒーターを要するという点で扱いが難しい。実際に 2011 年 9 月に三菱マテリアル筑波製作所に設置されている NAS 電池で火災が発生している。
ニッケル水素電池	・単位重量あたりの出力が大きいので、高出力に対応できるという特徴があり、急に高出力が必要となるハイブリッド車、鉄道車両に適している。	・満充電時に大きな発熱を伴うため、電池の温度管理が重要。 ・電池の電圧が充電量によらず、ほぼ一定であり、商用電力による満充電によるリセットを行う必要がある。
リチウムイオン電池	・現状で単位体積あたりに蓄えられる電力が他の電池に比して最も高いことから、他の電池に比べて軽量小型となっている。 ・他の電池に比較して短時間で充電が完了するという利点もある。	・過充電と過充電に弱い。 ・また、寿命が他の電池に比して短く、電池の劣化原因についても明確にはなっていない。

■定置用蓄電池の市場動向

蓄電池の用途は多岐にわたり、発電・系統運用・送配電・需要のそれぞれの段階で蓄電池用途を想定することができる。

用途別・地域別の定置用蓄電池市場



（出所）各種資料より NRI 作成

また、用途によって蓄電池システムに求められる放電時間や出力は大きく異なってくる（下記の数値は米国市場を想定しているが、大きな傾向は各国共通であると考えて良い）。

用途別の放電時間・出力

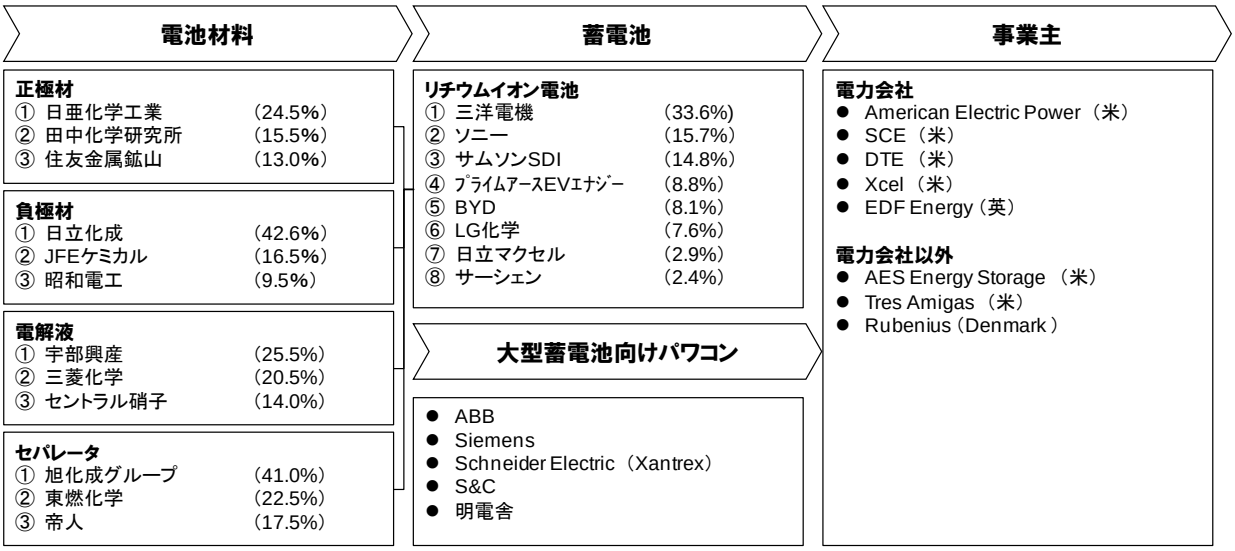
部門	用途	放電時間		出力	
発電	電力裁定取引	2時間	8時間	1MW	500MW
	発電設備増強回避	4時間	6時間	1MW	500MW
発電（RE電源）	RE電源の電力裁定取引	3時間	5時間	1kW	500MW
	RE電源の出力安定化	2時間	4時間	1kW	500MW
	風力発電の系統連係	10秒/1時間	15分/6時間	0.2kW	500MW
系統運用	調整電源（負荷追従）	2時間	4時間	1MW	500MW
	周波数制御	15分	30分	1MW	40MW
	運転予備力	1時間	2時間	1MW	500MW
	電圧調整	15分	1時間	1MW	10MW
送配電	送電設備補強	2秒	5秒	10MW	100MW
	送電容量混在回避	3時間	6時間	1MW	100MW
	送配電設備の投資回避	3時間	6時間	250kW	5MW
	変電所のバックアップ電源	8時間	16時間	1.5kW	5kW
需要	電力裁定取引	4時間	6時間	1kW	1MW
	契約電力の低減	5時間	11時間	50kW	10MW
	供給信頼性の向上	5分	1時間	0.2kW	10MW
	電力品質の向上	10秒	1分	0.2kW	10MW

（出所）各種資料より NRI 作成

■定置用蓄電池の業界構造

蓄電池システムのバリューチェーンとリチウムイオン電池・部材の主なプレーヤーおよび世界市場シェアを以下に示す。

リチウムイオン電池・部材の世界市場シェア
（2008年）



（出所）日本政策投資銀行「電気自動車登場に伴うバリューチェーン変化の可能性」（2010 年 8 月）

日系メーカーを除く主な蓄電池メーカーとして、Samsung SDI、LG 化学、BYD、SAFT が挙げられる。

日系企業を除く主なリチウムイオン電池メーカー

	Samsung SDI	LG化学	BYD	SAFT
上場	韓国取引所	韓国取引所	香港取引所	ユーロネクスト
主要株主 2009年末	Samsung（19.7%）	LG（33.53%） 韓国の個人投資家・機関投資家（39.69%） 外国人投資家（26.78%）	Mid-American Energy Holdings（10%）	n/a
本社所在地	韓国	韓国	中国	フランス
設立	1970年	1947年	1995年	1918年
主な事業	ディスプレイ事業 二次電池事業	石油化学製品事業 情報・電子素材事業	自動車事業 新エネルギー事業	産業用電池事業 特殊用途電池事業
従業員数	約9,300人	約11,000名	約160,000名	約4,000名
総資産額	5,627百万ドル	7,105百万ドル	5,964百万ドル	1,290百万ドル
売上高	3,018百万ドル	11,641百万ドル	5,779百万ドル	803百万ドル
純利益	185百万ドル	1,281百万ドル	597百万ドル	42百万ドル

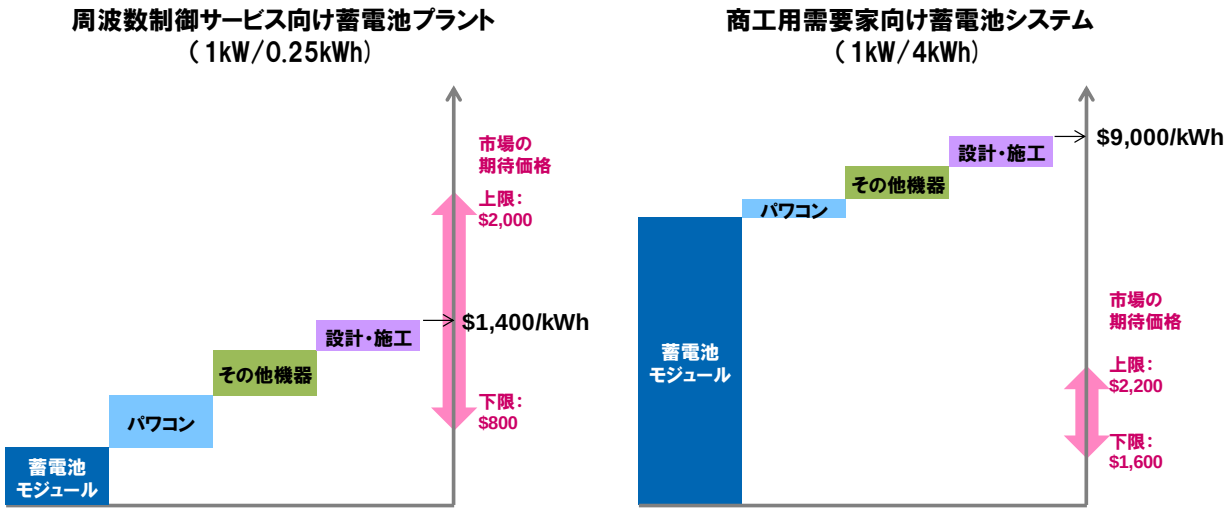
※ 従業員数は2009年末の値、総資産額、売上高、純利益は2009年の実績

（出所）各種資料より NRI 作成

■定置用蓄電池の産業構造

蓄電池の価格は容量（kWh）に比例するため、各用途の放電時間によって蓄電池システムに占める蓄電池コストの比率が大きく変動する。つまり、放電時間が短ければ同じ出力でも少ない容量で十分であるし、放電時間が長ければ同じ出力であってもより大きな容量の蓄電池が必要になり、コストが増大する。

蓄電池システムのコスト構造



※ 蓄電池モジュールの価格は、「NEDO二次電池技術開発ロードマップ2010」より2008年時点のタイプ⑦の蓄電池の価格（100～200円/Wh）を参考に、50,000円/kWhとし、為替レートを$1＝85円で計算した（=$1,765/kWh）。
※ パワコン、その他機器、設計・施工は、北米における太陽光発電システムにおける各費用を参考とした。
※ 市場の期待価格は、北米における市場が要求する蓄電池システムの期待価格である（出所：各種報告資料より野村総合研究所）。

（出所）各種資料より NRI 作成

② 電気自動車（EV／PHV）

■電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の概要と普及状況

電気自動車（EV: Electric Vehicle）は、内蔵されている蓄電池内の電気を動力源にして動く自動車である。またプラグインハイブリッド車（PHV：Plug-in Hybrid Electric Vehicle）は、電気とガソリンの双方を使い分けながら動く自動車である。EV と同様に蓄電池を持つが、蓄電池の電気がなくなるとガソリン単体でも走行が可能なほか、ガソリンを使って電気を蓄電池に供給することも可能である。

日本では現在、電気自動車（乗用車・軽自動車の合計）が約 2 万台、プラグインハイブリッド車が約 4,000 台保有されている。平成 21 年までの保有台数はほぼ横ばいであったが、三菱自動車の iMiEV（平成 21 年に量産開始）と日産自動車のリーフ（平成 22 年に量産開始）が販売されて以降は、２倍ずつ増加を続けている。

電気自動車・ハイブリッド自動車の保有台数の推移

年度			H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
PHV	乗用車	普通	0	0	0	0	165	379	4,132
		小型	0	0	0	0	0	0	0
電気自動車	乗用車	普通	15	11	9	11	11	4,473	13,108
		小型	258	222	194	174	129	163	158
	貨物車		17	11	10	6	6	7	11
	乗合車		1	1	0	0	11	11	15
	特種車		13	12	12	11	11	16	30
	軽自動車	乗用	126	93	117	139	1,749	4,341	6,890
		商用	217	155	79	48	24	19	2,050
	原付自転車	四輪	2,282	2,068	2,026	2,211	1,880	1,696	1,509
		二輪	6,999	6,848	6,911	6,250	4,652	5,777	4,326
	合計		9,928	9,421	9,358	8,850	8,638	16,882	32,229
電気自動車保有概算値			9,900	9,400	9,400	8,900	8,600	16,900	32,200
ハイブリッド自動車	乗用車	普通	185,673	271,998	358,147	455,601	808,998	1,170,334	1,553,163
		小型	67,725	65,742	63,345	69,810	162,092	233,803	459,396
	貨物車		2,583	4,185	5,676	8,050	8,857	9,717	11,118
	乗合車		323	329	241	389	583	677	738
	特種車		0	969	1,362	2,114	2,871	3,464	4,243
	軽自動車	乗用	287	287	287	231	31	1	0
		商用	53	116	216	278	399	404	351
	合計		256,644	343,626	429,274	536,473	983,831	1,418,400	2,029,009
ハイブリッド自動車保有概算値			256,600	343,600	429,300	536,500	983,800	1,418,400	2,029,000

（出所）一般社団法人　次世代自動車振興センター

代表的な電気自動車の性能比較

車両名	フィットEV	リーフ	i-MiEV G	i-MiEV M
交流電力量消費率	106Wh/km	124Wh/km	110Wh/km	110Wh/km
リチウムイオン電池容量	20kWh	24kWh	16kWh	10kWh
一充電走行距離	225km	200km	180km	120km
搭載電池容量／一充電走行距離	約89Wh/km	約120Wh/km	約89Wh/km	約83Wh/km
リチウムイオン電池メーカー	東芝	オートモーティブエナジーサプライ	リチウムエナジー ジャパン	東芝
車両価格	3万6625米ドル(約286万円)	約376万円から	約380万円	約260万円

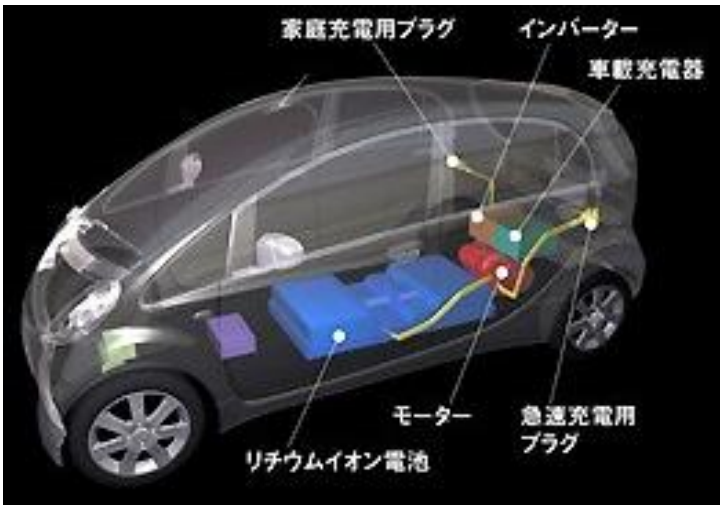
（出所）MONOist http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1207/23/news090.html

■電気自動車のシステム構成

電気自動車は、「バッテリー（蓄電池）」「モーター（電動機）」「コントローラー（制御装置）」「車載充電装置」の大きく４つによって構成されている。

- バッテリー（蓄電池）：電気を蓄える装置で、主にエネルギー密度、寿命が優れているリチウムイオン電池が使用されている。これは、エネルギー密度が大きければ一充電での走行距離も延びるためである。
- モーター（電動機）：　電気を使用して車輪を回転させる装置で、直流電動機と交流電動機が使用されている。一部の原動機付自転車には低価格のため直流電動機が使用されているが、最近の電気自動車は小型軽量で、エネルギー効率のよい交流電動機が使用されている。交流電動機でも永久磁石型同期電動機が主流である。
- コントローラー（制御装置）：　アクセルペダルと連動し、電池から供給される電気エネルギーを調整してモーターの出力をコントロールする装置。交流電動機搭載の場合は、直流を交流に変換するインバーターも内蔵されている。
- 車載充電装置：　バッテリーに電気を蓄える装置で、充電電源は通常 200V30A が用いられている。

電気自動車のシステム構成



（出所）三菱自動車・日産自動車ホームページ

■次世代自動車の種類

さらに、電気自動車やプラグインハイブリッド自動車のほかに、まだ実用化はこれからであるものの、現在、研究開発が進められている「次世代自動車」として、以下のようなものが挙げられる。

次世代自動車の種類

種類	概要
二次電池式電気自動車 （⇒現在の電気自動車）	車体に電気プラグを繋いで充電可能な二次電池をエネルギー源とし、その電気で電動機を回して走る自動車。
金属燃料電池自動車	新しい材料と構造の金属空気電池を使い電動機を駆動する自動車。
水素燃料電池自動車	水素を燃料タンクに蓄え、水素燃料電池で発電して電動機を駆動する電気自動車。
アルコール燃料電池自動車	アルコールを燃料タンクに蓄え、燃料電池で発電して走る電気自動車。

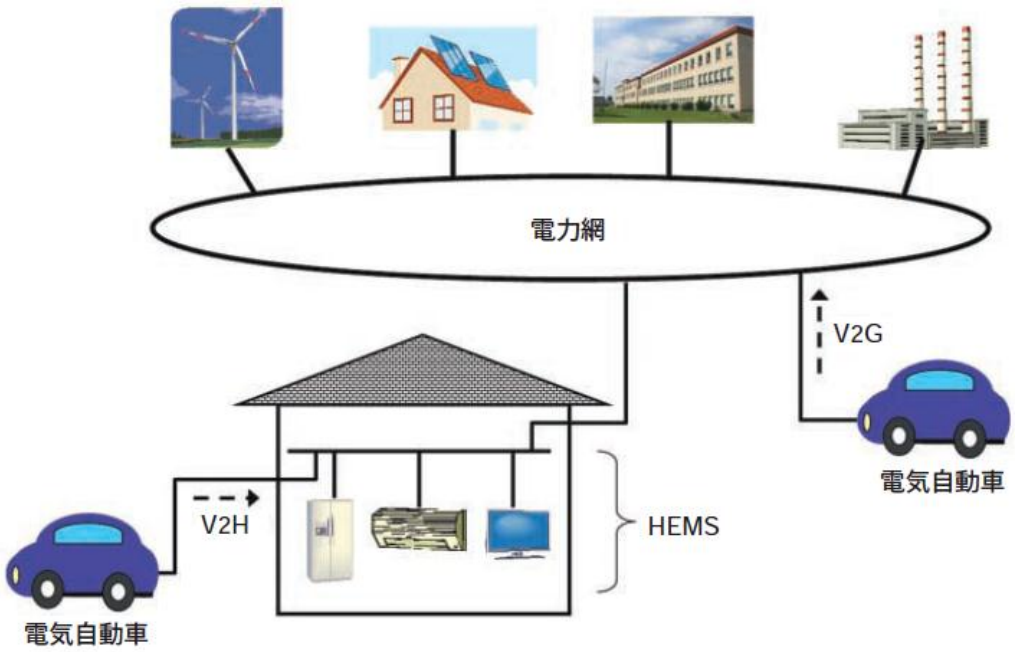
■電力の融通に関する規格

電気自動車は、内蔵されている蓄電池内の電気を家庭内で使用したり（V2H: Vehicle to Home）、出力が不安定な風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーとあわせて、電力網の安定化のために使用する（V2G: Vehicle to Grid）ことも想定されている。

実際に日本では、東日本大震災による長時間の停電の経験を踏まえ、電気自動車を緊急時における電力供給源とするため、家庭向けの電源として活用できるような給電機能の追加も相次いで発表されている状況である。

しかしこの V2H や V2G の規格は、各社で統一されたものはなく、現在、この規格統一のための議論が行われているところである。

V2H と V2G の概念図



（出所）エネルギア総研レビュー　No. 18

③ 蓄熱システム

蓄熱システムは熱源機と空調機の間に蓄熱槽を設けて熱を蓄えることにより、熱の生産と消費を時間的にずらすことが可能なシステムである。例えば、夜間に熱源機を運転して空調に必要な冷温熱を作って蓄熱槽にためておき、昼間にその熱を取り出して空調するといった運転が可能となる。

従来型の空調と「蓄熱」による空調の比較

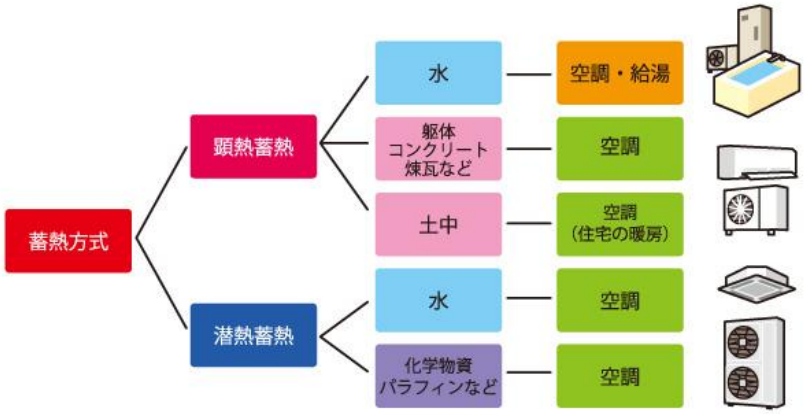
（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

蓄熱システムにとって不可欠な熱をためておく媒体にはさまざまなものがある。

媒体の温度差を利用する「顕熱蓄熱」には、建物に水槽を設置して蓄熱する水蓄熱、建物の躯体であるコンクリートに蓄熱する躯体蓄熱などがある。

また「潜熱蓄熱」と呼ばれる氷の融解熱を利用するものや、化学物質の温度変化による化学反応を利用したものもある。

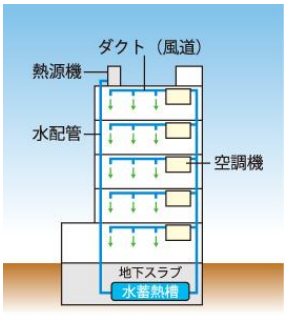
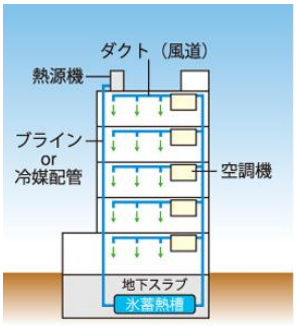
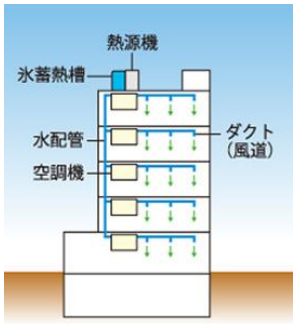
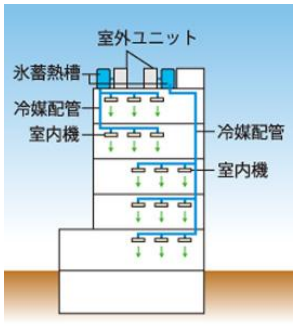
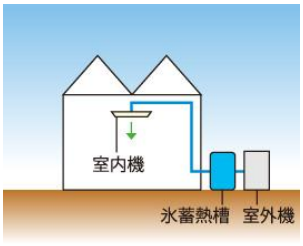
蓄熱システムに利用される媒体



（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

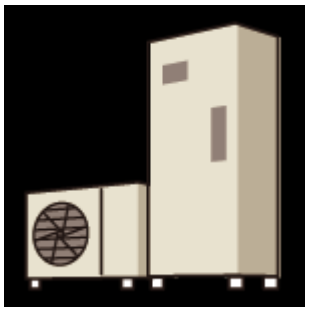
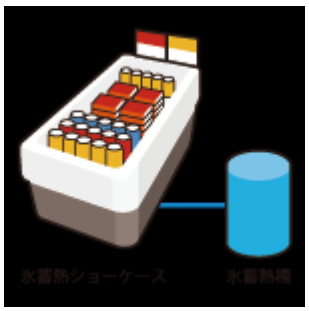
蓄熱システムは、空調については建物の構造等によって「水蓄熱式空調システム」「エコ・アイス」を中心にいくつかのバリエーションが存在している。また、給湯等については「蓄熱式ヒートポンプ給湯システム」「蓄熱ショーケース」などが挙げられる。

空調を用途とした蓄熱システムのバリエーション

種類	概要	構造
水蓄熱式空調システム	地下の空間を水蓄熱槽として利用 (1)通常では利用されていない地下の空間を水蓄熱槽として利用 (2)蓄熱槽の水は火災時の消防用水、災害時の生活用水にも利用可能	
エコ・アイス～現場築造タイプ	大規模な建物に向いているセントラルタイプ (1)現場形態や負荷に応じ、独自に熱源機、蓄熱槽、制御装置を選定、構築。 (2)水蓄熱槽に比べて槽容積の縮小が可能	
エコ・アイス～ユニットタイプ	屋上や地上などに設置可能なセントラルタイプ (1)熱源機、氷蓄熱槽をユニット化 (2)地下に空間がなくても屋上や地上などに設置可能	
エコ・アイス～ビル用マルチタイプ	ビル用マルチエアコンと氷蓄熱槽をユニット化 (1)室内ユニットを自由に組み合わせ、フロアごとの個別空調に対応。 (2)中小ビルから工場、大型ビルまで設置が可能。 (3)寒冷地でも対応できる機種もあり、十分な暖房能力を発揮。	
エコ・アイス mini ～パッケージタイプ	店舗や事務所など幅広い業種で利用が可能 (1)小規模（約 80 ㎡～200 ㎡程度）の店舗・事務所などに最適の空調機。※地域・用途により対応面積は変動 (2)設置スペースをとらないコンパクト設計。	

（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページより NRI 作成

給湯等を用途とした蓄熱システムのバリエーション

種類	概要	構造
蓄熱式ヒートポンプ給湯システム	ヒートポンプ熱源機と貯湯槽の二つで構成された給湯システム。特に CO2 冷媒を利用したものが「エコキュート」である。	
蓄熱ショーケース	夜間に余力の出たショーケース用冷凍機を使い、夜間に氷蓄熱槽に氷をつくり、それを日中の冷蔵・冷凍にも活用することで、ひとまわり小さな冷凍機を選定できるとともに、ショーケースの電気料金を低減することが可能になる。	

（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページより NRI 作成

3. エネルギーを「おくる」技術

① 送電網

次に、発電所からエネルギーを「おくる」技術について整理をしていく。

■送電における直流と交流の違い

電気には「直流」と「交流」の２種類があるが、この２種類の電気の違いは以下の通りである。

送電に関しては、「直流」の場合は、電圧・電流の位相差がなく家庭で普及している直流家電をロスなく使えるというメリットがある反面、デメリットとしては変圧が難しいという点が挙げられる。これに対して「交流」の場合は、変圧が簡単というメリットがある反面、電力変換による無効電力が生じるというデメリットがある。

直流送電と交流送電のメリット・デメリット

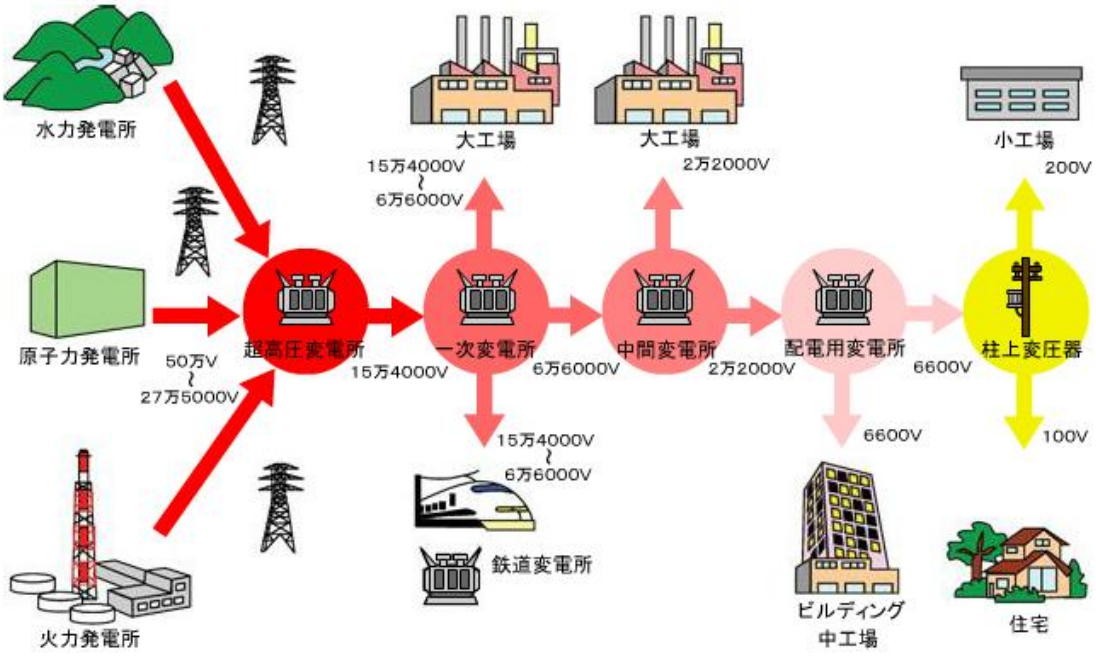
直流（ＤＣ）		交流（ＡＣ）
➢ 電圧・電流の位相差がない	メリット	➢ 変圧が容易で調整しやすい
➢ 変圧が難しい	デメリット	➢ 送電による電力ロスが大量に発生する

系統電力網は、発電所側ほど高圧、需要家側ほど低圧になる交流送電を利用

■系統電力網における送電の仕組み

上記に挙げたメリット・デメリットを踏まえ、既存の系統電力網においては、基本的に交流による送電を行っている。発電所側ほど高圧、需要家側ほど低圧になっていることからも分かるように、電気の供給サイドから需要サイドに向けて、「超高圧変電所」「一次変電所」「中間変電所」を経由しながら、電圧を落としていく仕組みとなっている。

系統電力網における送電の仕組み



（出所）電気事業連合会ホームページ

しかし、これまでは「電力会社が保有する水力・原子力・火力などの大規模な発電所から、需要家側に電気を一方的に送ること」が前提であったが、太陽光発電やバイオマス発電などの分散型の再生可能エネルギーを需要家側が大量に使用することになれば、電力網のあり方の見直しが不可欠になる。このような背景からも、供給側と需要家側が双方に連携した「エネルギーマネジメント」の重要性が高まっている。

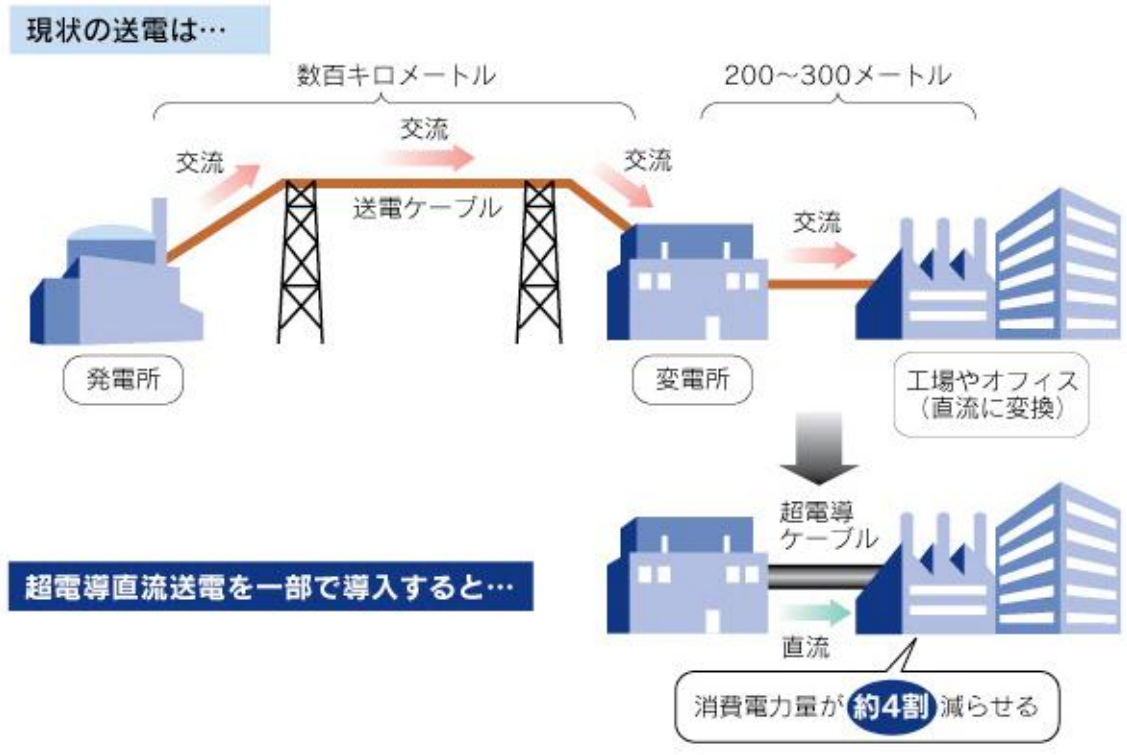
■見直される直流送電

このように、日本では交流による送電が一般的であるが、一方で交流のままで送電すると電気が熱となってかなり失われてしまうというデメリットがある点は前述の通りである。このようなデメリットを解決するために、直流による送電が改めて注目されている。

ただし直流送電の場合、一般的にアークの発生などの問題が生じるが、これを「超電導ケーブル」によって安全に直流送電する技術が開発されている。この「超電導ケーブル」を活用することで、送電による電力ロスを大幅に減らすことが可能になる。

しかし、現実的に送電インフラを今から見直すことは難しいため、電気の需要地に近い変電所で直流に切り替え、端末部分のみ「超電導ケーブル」を導入する方式が検討されている。これだけでも送電ロスを減らせるほか、排熱が減るのでエアコンの使用が減り、トータルで４割ほど消費電力量を削減できることが明らかになっている。

現在の交流送電と直流送電の比較



（出所）日本経済新聞

超電導ケーブルを使った直流送電に関する新聞記事

超電導直流送電、実用化へ産学が結集　実験設備が始動　（日本経済新聞　2010/3/23 記事）

愛知県春日井市の中部大学に特殊な実験設備が完成し２月中旬、運転を開始した。「超電導直流送電」という電気を効率よく運ぶ新技術の実用化を目指す世界初の本格的な研究拠点だ。実験には企業も参加し、超電導材料を用いた送電ケーブルなど様々な革新技術の性能を試す。実用化に成功すれば、工場やオフィスの電力消費量を４割も減らせるという。

運転を開始したのは「超伝導直流送電実証実験装置―２（ＣＡＳＥＲ―２）」。３月２日の披露会には大手電力や建設、電機なども含め関係者 140 人ほどが参集した。企業が注目するＣＡＳＥＲ―２は、発電した電気を直流に変換して送電ケーブルで送る実物大のシステムを組み込んであるのが特徴だ。

国内では、原子力や火力、水力といった発電所で作り出す電気は交流。一方、オフィスや家庭、工場などで使う電化製品やコンピューター、生産設備の大半は直流の電気で動いている。現状では発電所の電気を交流のまま送電し、オフィスや家庭で直流に変えて使っている。

実験設備の建設にかかわった主な組織

組織	役割や導入した装置
中部大学	研究主体
ナノオプトニクス・エナジー（京都市）	事業主体
住友電気工業	高温超電導ケーブル
JFEスチール	断熱2重鋼管
アイシン精機	循環型冷却装置
昭和電線ケーブルシステム	低熱侵入端末
フェローテック	ペルチェ材料
ジェック東理社（埼玉県川越市）	低温保持装置など組み立て
クリハラント（大阪市）	計測ケーブル設置

この「交流送電」には問題がある。交流のままで送電すると電気が熱となってかなり失われてしまうのだ。発電した電気を直流に変えて送電する直流送電ならば、計算上はこうしたエネルギー損失を抑えられる。中部大のＣＡＳＥＲ―２は直流送電のための様々な新技術を結集した。

要となる技術は超電導ケーブル。ＪＦＥスチールが開発した保温性の高い鋼管の中に、住友電気工業製のビスマス系高温超電導ケーブルを導入した。このほか、アイシン精機の装置で窒素をセ氏零下 196 度に冷やして管内を循環させる。

実験を指揮するのは中部大の山口作太郎教授。2001 年に核融合科学研究所から中部大に移籍。以来、研究を続けてきた。

ＣＡＳＥＲ―２の総延長は 200 メートル。実際の送電ケーブルは数百キロメートルにも及ぶのでかなり短いが、「様々な用途を検討し、近距離を想定した実験から始めることにした」と山口教授は説明する。長大な既存の送電ケーブルは高い信頼性を確立済み。直流送電に切り替えることで電力消費量を減らせるとしても、送電インフラの見直しは現実的に難しい。

そこで山口教授らが目指すのは電気の需要地に近い変電所で直流に切り替えて、200 メートル程度離れたオフィスや工場に送電すること。例えば、コンピューターがずらりと並ぶ企業のデータセンターが超電導直流送電を導入すれば、変電所からセンターの敷地までと敷地内の主要配線を超電導ケーブルなどに置き換える。これによって、送電ロスを減らせるほか、排熱が減るのでエアコンの使用が減り、トータルで４割ほど消費電力量を削減できるという。山口教授らは２年後にも工場やデータセンターへの導入を目指している。

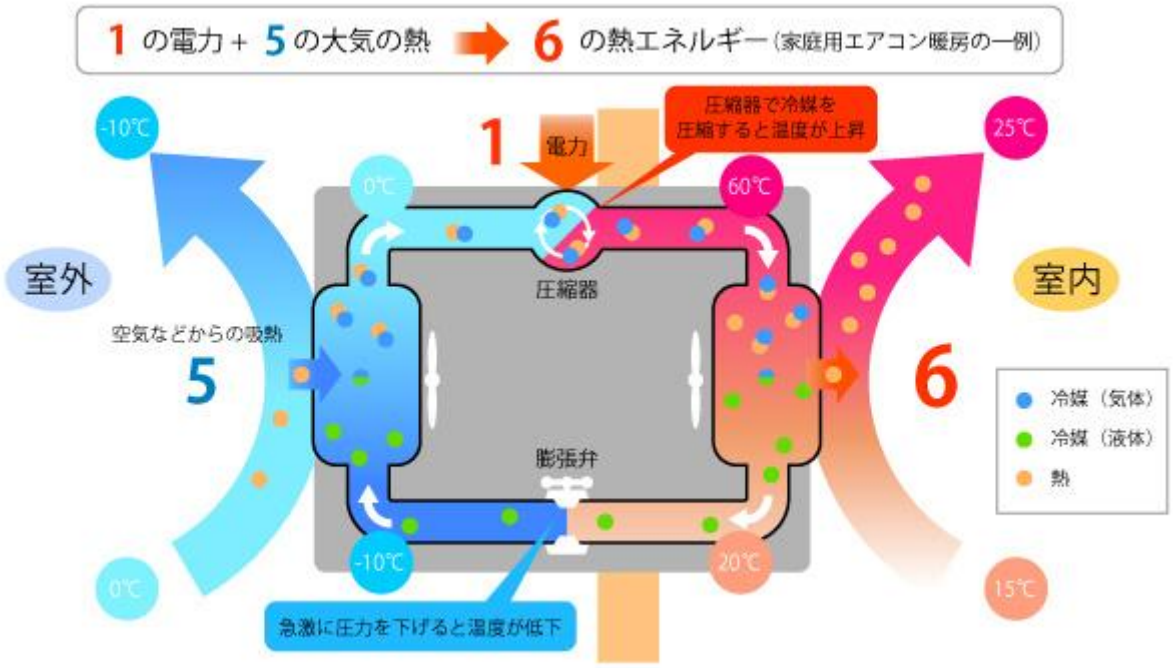
（出所）日本経済新聞　2010/3/23 記事

② ヒートポンプ

ヒートポンプは、熱媒体や半導体等を用いて低温部分から高温部分へ熱を移動させる技術である。主な手法としては気体の圧縮・膨張と熱交換を組み合わせるもので、一般家庭でもみられる製品でヒートポンプを使っているものとして冷凍冷蔵庫、エアコン、ヒートポンプ式給湯器などがある。

ヒートポンプは当初は熱移動による冷却技術として利用が始まり、1970 年代後半には熱回収によって加熱を行う省エネルギー技術としても利用されるようになった。特に冷却（冷房・冷蔵・冷凍・製氷）については、ほぼ全ての分野でヒートポンプが使われている。一方で加熱（暖房・給湯）の場合、発熱現象そのもの（燃焼など）を利用する従来の方法に徐々に取って代わりつつある。大気・地中熱・水（地下水・河川・下水道）・排熱等から、投入エネルギー（電気が多いがその他の動力・熱のものもある）よりも多い熱エネルギーを回収して利用する。適切な条件下で利用すれば省エネルギーや温暖化ガスの排出量削減が可能であり、地球温暖化への対策技術の一つにも挙げられている。

ヒートポンプの仕組み



（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ

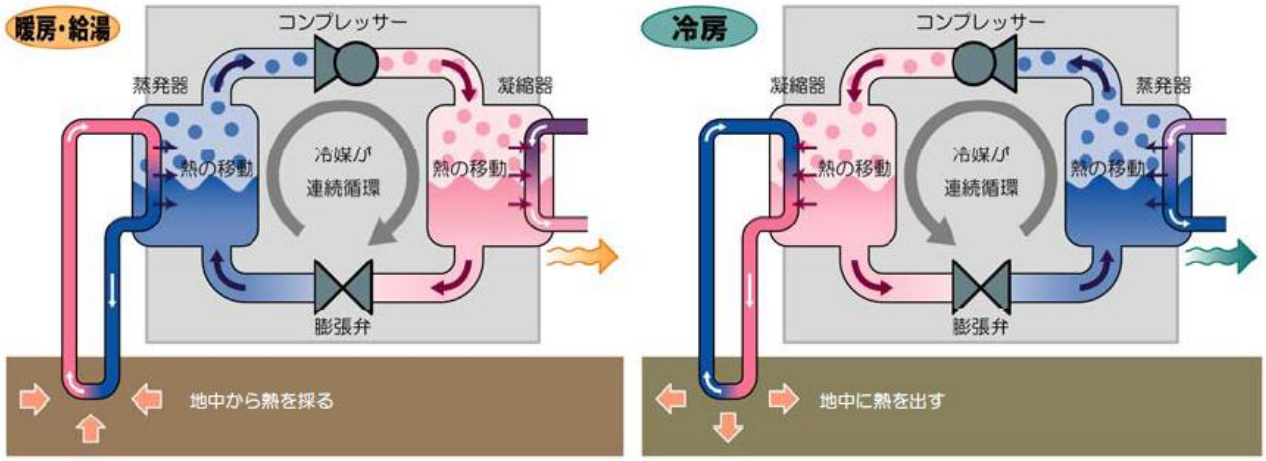
ヒートポンプの仕組みを活用している家電製品

（出所）一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ

なお、ヒートポンプは再生可能エネルギーの１つとして注目されている「地中熱」の利活用にも貢献している。地中の温度は外気温に比べると年間を通して変化が小さいという特性を活かし、地中を夏は冷熱源、冬は温熱源として利用して熱交換を行っている。

地中熱は、空気よりも熱容量の大きな地下水や地盤と熱をやりとりすることにより、空気を熱源とするエアコンや冷蔵庫よりも効率的（10～25%程度）にエネルギーを利用できるという特徴を持つ。また、空気を熱源とするエアコンの冷房とは異なり、外気に熱を放出しないので、ヒートアイランド現象の緩和にも貢献できる。

ヒートポンプで地中と熱をやりとりする仕組み

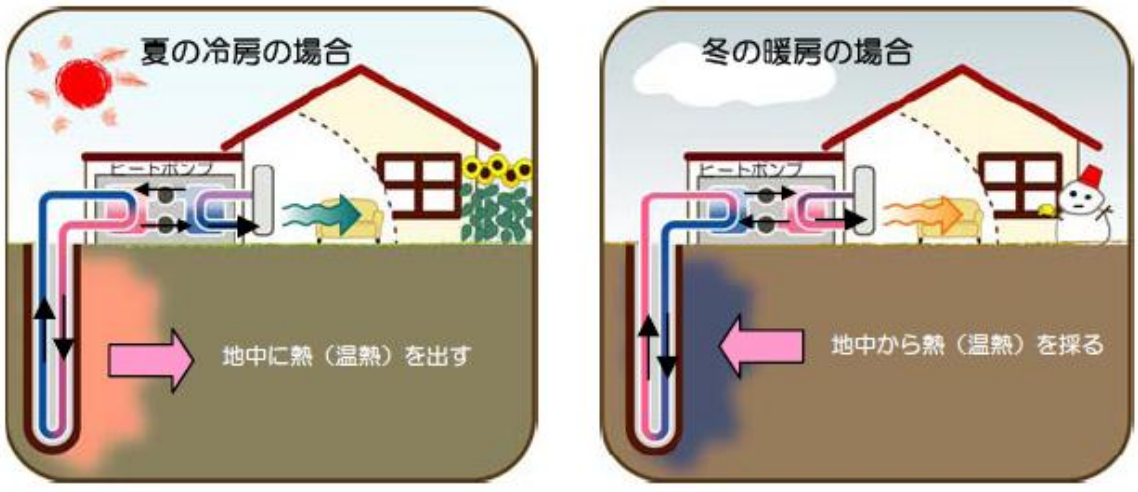


（出所）環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

地中熱利用ヒートポンプは地中との熱のやりとりの方法によって、クローズドループ方式、オープンループ方式に分けられる。また、舗装面や建物壁面への地下水の散水や、建築物における土間床（熱伝導）などのヒートポンプを用いない方法もある。

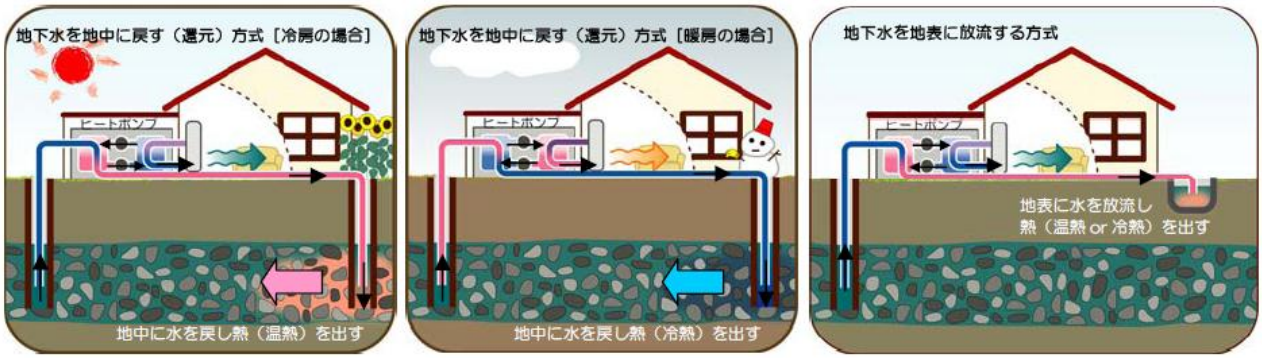
■クローズドループ方式

熱媒体を地中に循環させて地下水や地盤と熱のやり取りをする。オープンループ方式に比べて熱交換の効率は低いものの、地下水を揚水しないため、揚水規制のある地域でも導入可能である。



■オープンループ方式

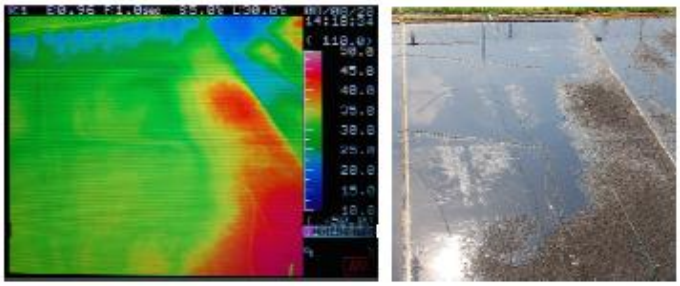
揚水した地下水と熱をやり取りし、地下水を地中に戻す（還元する）または地上で放流する。熱容量が大きい地下水を利用できることから熱効率は高い反面、地中への地下水還元が困難な場合や、揚水規制のある地域では採用できない場合がある。

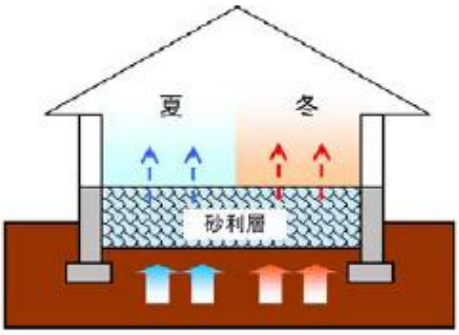


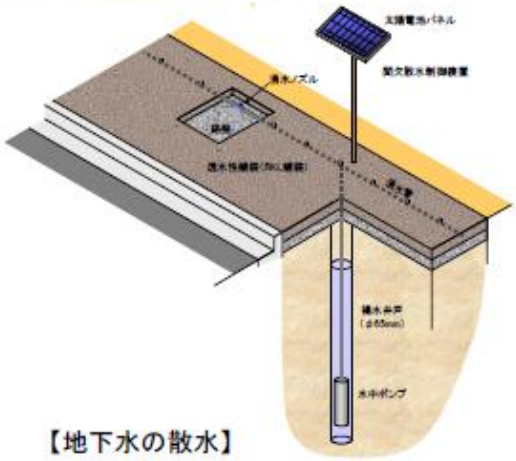
■ヒートポンプを用いない方式

【地下水の散水】
冬は気温よりも暖かい地下水で雪を溶かし、夏は気温よりも冷たい地下水で路面を冷やします。

【熱伝導】
床下に敷き詰めた砂利層に地中熱を蓄熱し、床上の温度を夏は冷やし、冬は暖めます。







（出所）環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」

4. エネルギーを「変える」技術

次に、発電所からエネルギーを「変換する」技術について整理をしていく。

本調査では、特に電気を家庭において使用する際に、太陽光発電から提供される「直流」の電気を空調向けの「交流」に変換するインバーター技術、系統電力網から提供される「交流」の電気をＴＶ向けの「直流」に変換するコンバーター技術等について取り上げた。

① インバーター

インバーターは、太陽電池や燃料電池から生み出される電気は「直流」であるため、これを家庭内で使えるように「交流」の電気に変換、あるいは「交流」の電気の周波数を変換する回路である。

例）電気自動車

✓ 自動車用のバッテリーから放電した直流の電気を、インバーターを使って交流に変換し、電気自動車用のモーターの電源に変換する。

例）ＩＨ炊飯器

✓ インバーターにより発生させる交流の電気の周波数をコントロールし、圧力をきめ細かく制御することで、炊きあがりの美味しさを追求している。

② コンバーター

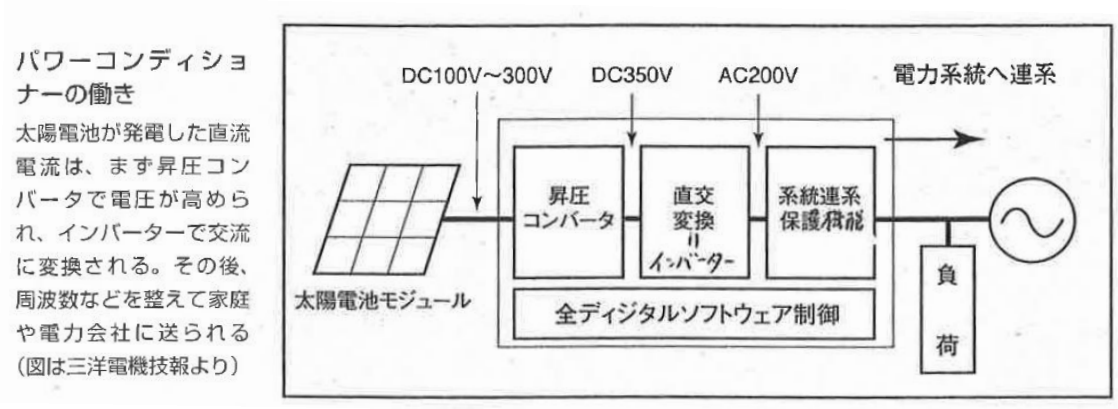
コンバーターは、「交流」の電気を「直流」に変換、あるいは「直流」の電気を電圧の異なる「直流」の電気に変換する回路である。後者のケースは「DC-DC コンバーター」と言われる。

例）電気自動車

✓ リチウムイオンバッテリーから放電した高電圧の電気を、DC-DC コンバーターを使って、自動車用の一般的なバッテリーに対応した 12V の低電圧に変換する。

③ パワーコンディショナー

パワーコンディショナーは、太陽光発電などの発電システム全体のコントロール機能を持った機器である。内蔵したコンバーターやインバーターを、ソフトウェアで制御して電圧等をコントロールしている。なおパワーコンディショナーは、コンバーター・インバーターに加え、事故や既存の電力網のトラブル時にシステムを止める保護機能も備えている。



（出所）三洋電機技報等より作成

5. エネルギーを「はかる」技術

次に、蓄電設備などのエネルギーを「ためる」技術について整理をしていく。本調査では、特に今後の普及が見込まれる「定置用蓄電池」と「電気自動車」について取り上げた。

① センサー

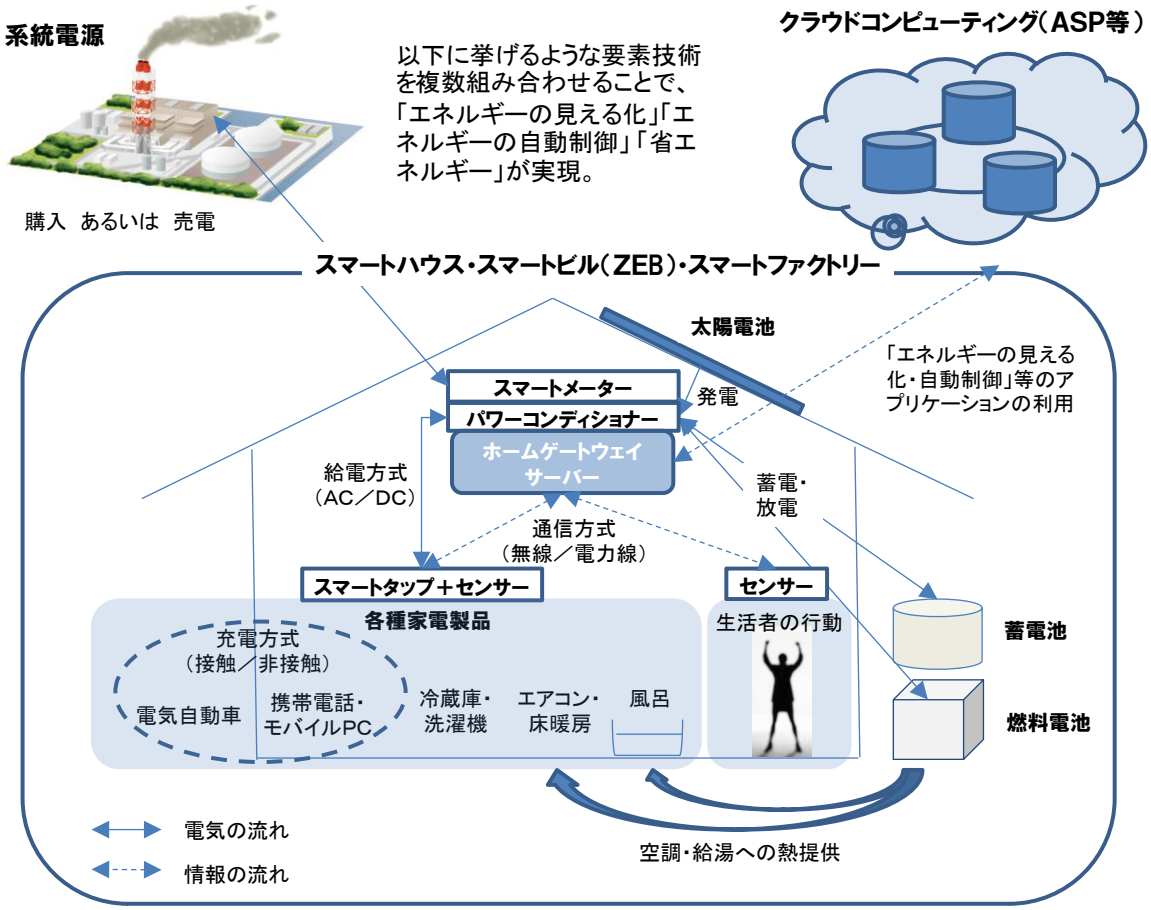
センサーは、人の動きや扉の開閉・温度・湿度・照度・流量・電力量などの空間の環境変化などを読み取る装置である。センサーは、空間の環境変化などにあわせたエネルギーマネジメントを行い、省エネを実現していく上で不可欠なツールと言える。

具体的にセンサーの種類としては、以下のようなものが存在している。

主要なセンサーとその概要

センサーの種類	概要
人感センサー	人間の所在を検知するためのセンサー 赤外線、超音波、可視光などが用いられる。
開閉センサー	ドアや窓などの開閉を検知するためのセンサー
温度センサー	温度を検知するためのセンサー
湿度センサー	湿度を検知するためのセンサー
照度センサー	照度を検知するためのセンサー
流量センサー	液体や気体の流量を検知するためのセンサー
圧力センサー	物体にかかった圧力を検知するためのセンサー
電力量センサー	電力量を計測するためのセンサー

センサーを活用した住宅の省エネ実現イメージ



なお、センサーや無線技術などを組み合わせることで、省エネとそれに伴うコスト削減を大規模に実現させた事例として、以下が挙げられる。

センサーを活用した省エネの事例

事例名	要素技術	概要
マンション共用部への人感センサー導入によるコスト削減	・センサー ・無線技術 ・情報家電（照明）	共用部に設置されている電灯の点灯、消灯はタイマー操作が多く、人の歩行に関係なく夜間は電灯が煌々とついている。これを「人がいなくても電灯がついている＝無駄な電気料がかっている」状態を、人感センサーの設置により解消し、電気料を軽減した。
コンビニへのスマートセンサー導入による「増エネ」要因除外への取組	・センサー ・無線技術 ・空調機 ・情報家電（照明など）	コンビニ大手のセブンイレブンジャパンは、各店舗に「各設備毎の電気使用量を把握」できるセンサーを導入し、設備の運転効率と使い方に対する問題点を分析することで、店舗の作業を適正化する取組を実施したところ、空調機で約3割、照明・フライヤーなどで約1割の省エネを実現した。

■センサー等の無線を活用してエネルギー情報を交換するための規格

センサーなどと組み合わせて電力消費などの情報を収集する際に、無線を活用してホームゲートウェイサーバーやスマートメーターと通信を行うことも検討されている。

中でも ZigBee は代表的な家電向けの短距離無線通信規格の一つで、低速で転送距離が短い代わりに安価で消費電力が少ないという特徴を持つため、宅内の通信規格の主流となっている。既に物理層のインターフェイスは IEEE 802.15.4 として既に規格化されている。また論理層以上については現在、ZigBee Alliance が仕様策定を行なわれている。

具体的な活用事例としては、スマートフォンを活用した家庭内の各家電の消費電力の一括管理技術の開発（日本エリクソン)、業務用携帯にあるスロットに専用の通信装置を差し込む仕組みで、無線を使って機器を自動的に操作する技術の開発（KDDI)、テナントオフィスビルの空調・照明を制御するシステム（大林組・アドソル日進）などがある。

短距離無線通信規格「ZigBee」を活用した新たなエネルギーサービスの事例

事例名	概要	出所
スマートフォンでの一括管理	日本エリクソンは、冷蔵庫やエアコンなど家庭内の各家電の消費電力をスマートフォン（高機能携帯電話）で一括管理できる技術を開発した。リアルタイムで消費電力を把握し、家電を遠隔操作できる。家庭内に設置した「ホームターミナル」と呼ぶ機器が近距離無線の「ZigBee」を使ってセンサーと通信し、消費電力のデータを集約して日本エリクソンのサーバーなどに送信する。	2010/08/20 日経産業新聞記事より抜粋
業務用携帯電話への展開	KDDI は業務用携帯電話で近距離無線規格「ZigBee（ジグビー）」の対応を始めた。業務用携帯にあるスロットに専用の通信装置を差し込む仕組みで、無線を使って機器を自動的に操作するなどの用途を見込む。あわせて、通話をしながらカメラを使って動画中継できる機能も追加した。現場での使い勝手を高めることで、新たな需要を掘り起こす考えだ。	2010/10/06 日経産業新聞記事より抜粋
空調・照明制御システム	大林組とアドソル日進（東京）は、携帯電話の赤外線通信と ZigBee 通信を使用してテナントオフィスビルの空調・照明を制御するシステムを共同開発した。 同システムは、赤外線の受光部を天井に設置。通常、携帯電話の赤外線通信は数センチメートルの距離で利用されているが、独自の技術により、一般的な事務所ビルの空調モジュール（7.2m四方）なら、どの席からでも手軽に操作できる。	2010/12/22 建設工業新聞記事より抜粋

② AMI（Advanced Metering Infrastructure）

ＡＭＩとは、情報通信技術を応用することで需要家と電力会社の双方向通信を可能とするインフラストラクチャのことである。スマートメーターはＡＭＩの一要素と言える。デジタル技術を活用したＡＭＩの構築によって、以下の効果が期待できる。

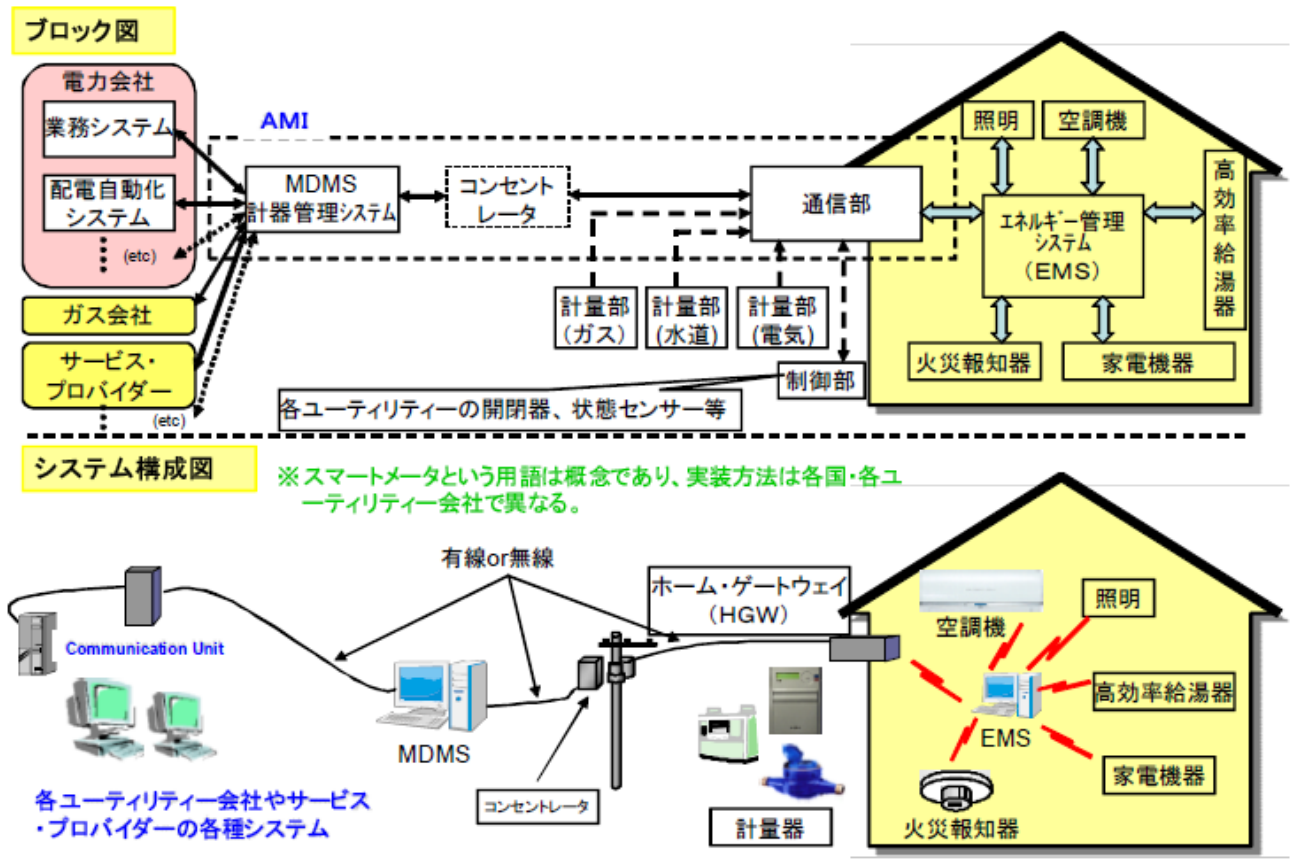
○需要家情報の把握

デジタル技術を活用することで、各需要家の電力メーターの検針をほぼ自動化することが可能になるため、電力会社の需要家情報の把握を、正確かつスピーディーに行うことができる。

○電力供給逼迫時の電力需要の抑制

電力会社側で電力供給が逼迫した際に、電力供給の逼迫を需要家側に伝えて節電を呼び掛けたり、需要家側の電力需要の一部を、生活や経済活動に支障がない範囲で制御する「デマンドレスポンス」にも活用することができる。

ＡＭＩの概念



（出所）次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に関する研究会　配布資料「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて」（2010 年 1 月）

■スマートメーター

ＡＭＩの一要素であるスマートメーターは、大きく２つの役割を有している。

○狭義のスマートメーターの概念：

電力会社等の計量関係業務等に必要な双方向通信機能や遠隔開閉機能などを有したメーター（電力においては電子式メーターが該当）

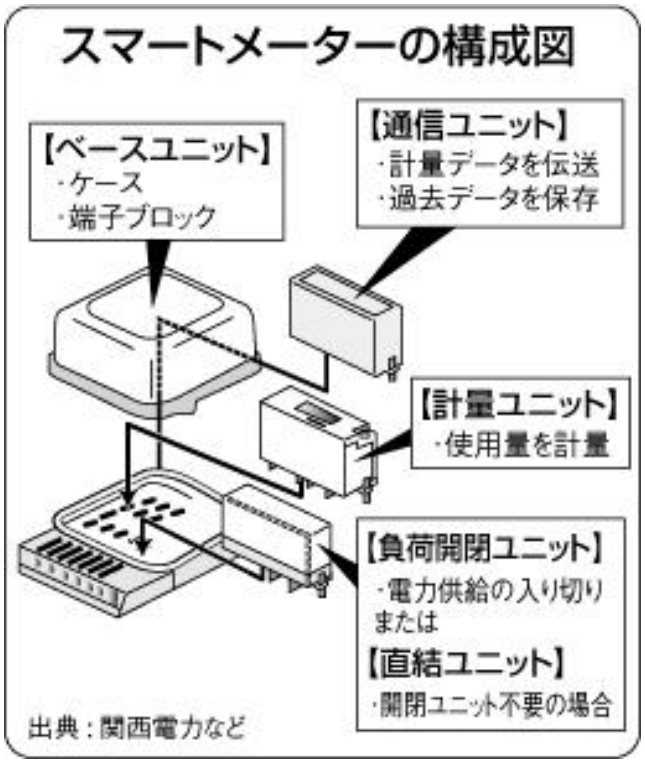
○広義のスマートメーターの概念：

狭義の概念に加えてエネルギー消費量などの「見える化」やホームエネルギーマネジメント機能等も有したもの

現在、開発されているスマートメーターの多くは、計量・メモリー機能と電力会社との通信機能、電力のオンオフ機能という機能ごとのユニットが基本構成となっている。

エネルギーと情報の流れを束ねることで、需要家と電気・ガス会社とを、デジタル技術を結びつけることを意図している。例えば、既に実験導入が一部で進められている関西電力の「新計量システム」の新型メーターの場合、計測した電気使用量データを 30 分単位で自動的に関西電力に送信する通信機能を有している。

スマートメーターの構成図



（出所）　日刊工業新聞　記事特集「スマートグリッド」
http://www.nikkan.co.jp/toku/smartglid/sg0217-08-03ps.html

第Ⅴ章 再生可能エネルギーに関する技術

本章では、個別の再生可能エネルギーの特徴とスペックについて整理をしていく。本調査では、再生可能エネルギーの中でも実際にスマートコミュニティの検討で、主に取り上げられている「太陽光」「風力」「小水力」「バイオマス」の４種類について解説した。

1. 太陽光

① 太陽光発電

■太陽光発電の基本スペック

太陽光発電は、太陽光エネルギーを太陽電池を用いて直接的に電力に変換する発電方式である。太陽電池を構成するＮ型半導体とＰ型半導体には、（＋）と（－）の電位差が生じているため、太陽電池には光が当たると、Ｐ型半導体の（－）電子がＮ型半導体（＋）のホールに移動し、不安定な状態になったＮ型半導体の自由電子（－）が導線を伝ってＰ型半導体に向かって移動することにより、電流が流れるというメカニズムとなっている。

太陽光発電の基本スペック

太陽光発電	
日本における導入量 （2009 年度末時点）	263 万 kW
発電所１箇所あたりの規模	1,000～50,000KW
建設費	43 万円／KW （1,000KW あたり 4.3 億円：新潟東部太陽光発電所）
管理費	0 万円／KW・年
買取価格（買取期間）	42 円／kwh（10KW 以上は 20 年・10KW 未満は 10 年）
リードタイム	１年 （工期は 2～5 ヶ月。その他設計に半年程度）
寿命	20 年
発電量の変動性	6～17 時に発電 （0～6 時、17～24 時は発電量がゼロ）
設備利用率 （発電出力に対する実質発電量）	12%
設置に係る主な関連法令	●電気事業法 出力 50KW 以上の場合は、保安規定の届出と電気主任技術者の選定が必要。また出力 500KW 以上の場合、工事計画の事前届出が必要。 ●建築基準法 建築物の建築などに関する申請及び確認が必要。(H23.10 より建物に付属するまたは土地に自立して設置する太陽光発電設備の一部について、規制の適用除外となる)

■太陽電池の種類

太陽光発電は、太陽光エネルギーを、太陽電池を用いて直接的に電力に変換する発電方式である。太陽電池の種類としては、大きく「シリコン系」「化合物系」「有機系」の３種類がある。現在、一般的に最も普及しているのは「シリコン系」であるが、低コスト化や軽量化の実現といった今後の技術開発成果に応じて「化合物系」「有機系」が伸びていく可能性がある。

主な太陽電池の種類

種類				変換効率※	実用化状況	主な国内メーカー
シリコン系	結晶系	単結晶	・200μm程度の薄い単結晶シリコンの基盤を用いる ・特長：性能・信頼性 ・課題：低コスト化	～20%	実用化	シャープ 三菱電機 （HITタイプ）
		多結晶	・小さい結晶が集まった多結晶の基盤を使用 ・特長：単結晶より安価 ・課題：単結晶より効率低い	～15%	実用化	シャープ 京セラ 三菱電機
	薄膜系		・アモスファス（非品質）シリコンや微結晶シリコン薄膜を基板上に形成 ・特長：大面積で量産可能 ・課題：効率低い	～9%（アモルファス）	実用化	シャープ 三菱重工業 カネカ 富士電機
化合物系	CIS系		・銅・インジウム・セレン等を原料とする薄膜型 ・特長：省資源・量産可能・高性能の可能性 ・課題：インジウムの資源量	～12%	実用化	ソーラーフロンティア ホンダソルティック
	CdTc系		・カドミウム・テルルを原料とする薄膜系 ・特長：省資源・量産可能・低コスト ・課題：カドミウムの毒性	～11%	実用化	※国内なし First Solar（米国）
	集光型		・Ⅲ族元素とⅤ族元素からなる化合物に多接合化、集光技術を適用 ・特長：低コスト化の可能性 ・課題：低コスト化	（集光時～42%）	研究段階	シャープ 大同特殊鋼
有機系	色素増感		・酸化チタンに吸着した色素が光を吸収し発電するタイプ ・特長：低コスト化の可能性 ・課題：高効率化・耐久性	（～11%）	研究段階	アイシン精機 シャープ フジクラ ソニー
	有機薄膜		・有機半導体を用いて、塗布だけで作製可能 ・特長：低コスト化の可能性 ・課題：高効率化・耐久性	（～8%）	研究段階	ＪＸエナジー パナソニック電工 住友化学 三菱化学

※モジュール変換効率を示す。ただしカッコ内は研究段階における変換効率

・CIS系太陽電池：　非シリコン系太陽電池の一種で、カルコパイライト系太陽電池と呼ばれる。「CnInS2（銅、インジウム、セレンの化合物）」を材料とする太陽電池。

・CdTe系太陽電池：非シリコン系太陽電池の一種で、CdTe（カドミウム、テルル）を材料とする太陽電池。

（出所）NEDO　「再生可能エネルギー技術白書」

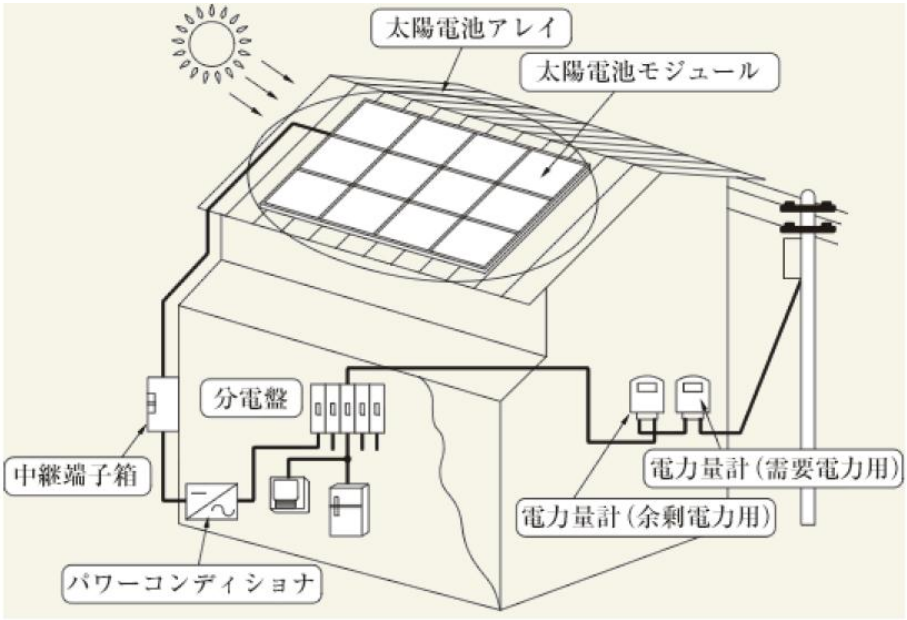
■太陽光発電システムの構成

なお、太陽光発電を住宅に導入する場合には、さまざまな機器が必要となる。

太陽電池からの配線は、「中継端子箱」に集められる。「中継端子箱」は、太陽電池に電気が逆流することを防ぐなどの制御の役割も担っている。

「中継端子箱」を経由した電気は「パワーコンディショナー（インバーター)」で、太陽電池で発電された直流電気を、電力会社から送られる交流電気に変換する。太陽電池の中には、停電した場合に自立運転機能を備えているものもあるが、その場合、手動で「自立運転モード」に切り換え、通常、パワーコンディショナーに設置されている自立運転コンセントを利用して、太陽電池で発電された電気を利用することができる。

住宅用太陽光発電システムの構成



（出所）日本電気技術者協会ホームページ

パワーコンディショナーで交流電気に変換された電気は、電力会社など外部からの電力線による電気を住宅内の各部屋に分岐するための装置である「分電盤」を通して、負荷（家庭の場合は、家庭内の機器等）で消費することができる。売電を目的とした系統連係形太陽光発電を設置した場合は、通常の電力量計（需要電力量）に加え、売電用の電力量計（余剰電力用）が必要になる。

■新興国メーカーの台頭と太陽光発電サービスの進展

太陽光発電に必要なさまざまな機器のうち、核となる太陽電池の開発や製造については、日本が得意な領域だと言われてきたが、近年、中国企業が大きく台頭してきている。2008～2009 年の 1 年間だけを見ても、大きく順位が変動している。

また、先進国の企業においては単に太陽電池を製造するだけでなく、「建物への太陽光発電」の導入を、太陽電池のリース等とセットで、サービスとして提供する企業が登場している。

さらに日本では、民間事業者が所有する建屋の屋根を活用して売電収入を、屋根の所有者と発電事業者が分け合うというビジネス形態も登場している。

世界の太陽電池メーカー上位 10 社のシェアの推移

2008	シェア(%)	2009	シェア(%)
Qセルズ（独）	7.4	ファーストソーラー(米)	8.9
ファーストソーラー(米)	6.4	サンテックパワー(中)	5.7
サンテックパワー(中)	6.3	シャープ(日)	4.8
シャープ(日)	6	Qセルズ(独)	4.8
JAソーラー(中)	3.8	インリーソーラー(中)	4.3
京セラ(日)	3.7	JAソーラー(中)	4.2
インリーソーラー(中)	3.6	京セラ(日)	3.2
モーテック(台)	3.4	トリナソーラー(中)	3.2
サンパワー(米)	3	サンパワー(米)	3.2
三洋電機（日）	2.7	ジンテック（台）	3

（出所）日本政策投資銀行「米国における再生可能エネルギー発電　－政策・技術・ファイナンス動向と日本への示唆－」

米国 Solar City 社の事例

米国の Solar City（ソーラーシティ）社は、自らを「太陽光発電サービスプロバイター」と呼んでいることからもわかるように、単に太陽光発電を利用するために必要なものをサービスとして提供している。

■リースを前提にしたサービス提供

具体的には、同社を通じて太陽光発電の利用を開始しようとする場合、太陽光電池アレイを購入する「Cash Purchase（現金購入)」オプションだけではなく、「Solar Lease（太陽光リース)」と呼ばれる、同社独自のリースサービスを利用する。

第三者の金融機関と提携してリースオプションサービスを提供している企業も存在するが、Solar City の場合は、自社で太陽光電池アレイの提供からリース、そして設置や保守までを一貫したサービスとして提供している。

■一般家庭での活用事例

通常、月額 200 ドルの電気料金がかかっている家（ベッドルームが３つあるような規模）には 4kw のシステムを薦めている。これを利用すれば、太陽光発電で発電した電気を利用することによって、月額 200 ドルだった電気料金を 60 ドル（約 4,800 円）にまで減らすことができるとしている。

「SolarLease」というリースオプションを利用した場合、初期投資はかからず、月額 110 ドルのリース料金を支払うことになる（オプションにより、初期投資をいくらか支払うことやリース代を全額支払うこともできる)。この料金には、設置や保守に関する費用も含まれている。つまり、従来 200 ドルだった電気料金が、安くなった電気料金 60 ドルとリース料金 110 ドルの合計 170 ドルになり、月額 30 ドルの節約になる。

（出所）各種資料より NRI 作成

民間事業者の建屋の屋根を活用した太陽光発電ビジネス事例

太陽光発電、高まる屋根の価値――オリックス、全農と三菱商事
（日経産業新聞・2012/08/30 記事）

■民間事業者の建屋の屋根を活用した太陽光発電ビジネス～オリックス

太陽光発電を巡り、これまで放置されてきた工場や物流施設の屋根がにわかに脚光を浴びている。オリックスが狙うのは「屋根借り」。倉庫や施設の屋上を借りて太陽光パネルを設置し、電力会社に売電して収入を得ようというもくろみだ。

オリックスはメガソーラー（大規模太陽光発電所）事業も推進しているが、メガソーラーは新規参入が相次ぎ、適地の賃料が上昇傾向にある。錦織雄一・執行役事業投資本部長は「屋根借り発電の設置コストはメガソーラーに比べ８割に抑えられる」とみる。オリックスは今後３年で約２４０億円を投じ、１００カ所以上の屋根に合計１０万キロワット分の設備を導入する計画。まず来春までに約５０カ所で３万～４万キロワット分の設置を目指す。全国の支店網や専門担当者を活用し、足元で約１０００人の営業担当者が顧客を訪問。メガソーラーと屋根借り発電を両輪に売電を拡大する。

■全農やスーパーとタイアップした太陽光発電ビジネス～三菱商事／環境経営戦略総研～

全農と三菱商事は平屋や低層建築物が多い農村地帯の強みを生かし、２０１４年度までに全農が持つ施設など４００～６００カ所の屋上に太陽光パネルを張る。環境コンサルティング会社の環境経営戦略総研（東京・千代田）も顧客の全国３千のスーパーなどに屋根を貸してもらえるよう提案し始めた。投資家からの資金で特別目的会社をつくり太陽光パネルを設置、発電事業に乗り出す。

（出所）日経産業新聞　2012 年 8 月 30 日記事

② 太陽熱温水器

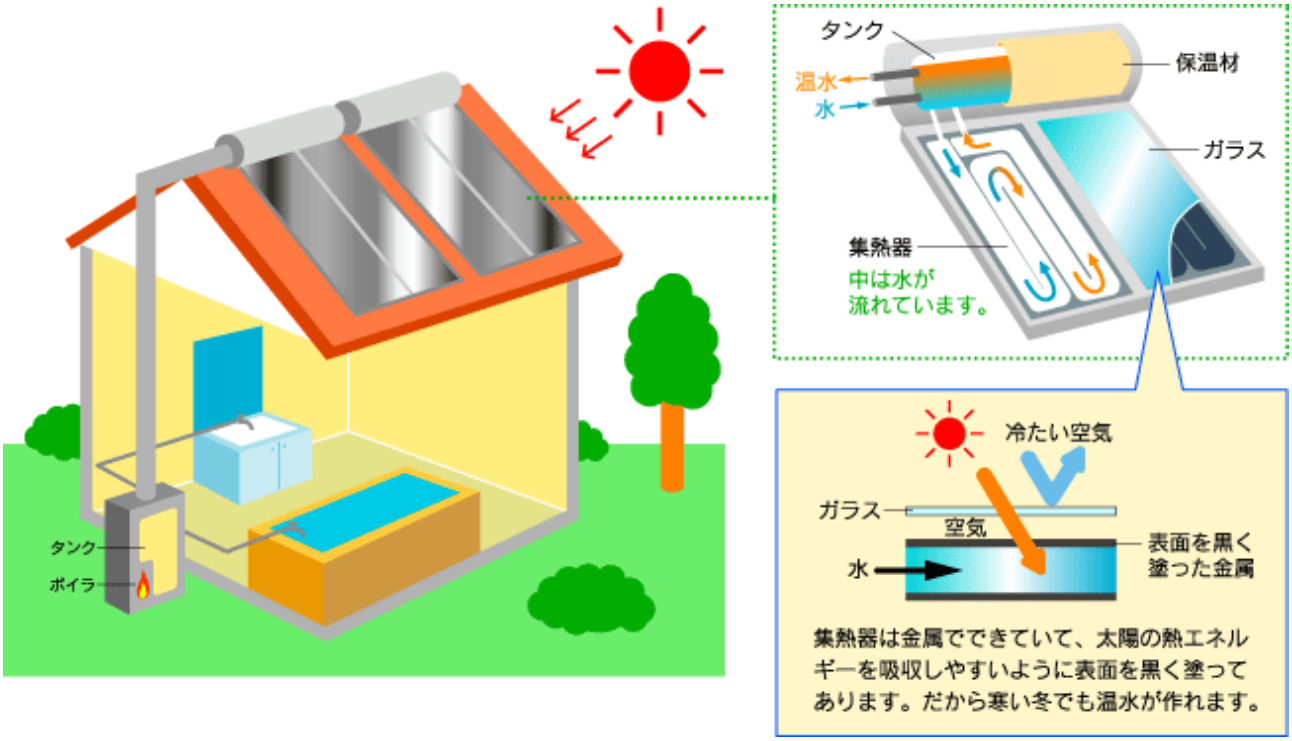
太陽光に含まれる赤外線を、熱として利用することで水を温める装置で、熱エネルギーは「集熱器」というパネルで集めている。

タイプとしては、建物の屋根の上で直接お湯を温める「自然循環式」と、屋根の上には集熱器だけを設置し、不凍液などを熱媒として温めて蓄熱槽に送り、熱交換をして水を温める「ソーラーシステム」の大きく２種類に分類することができる。

■自然循環式

自然循環式の太陽熱温水器の場合、貯湯量は 200～250 リットル、集熱器の面積 3～4 ㎡のものが標準となっている。

太陽熱温水器の仕組み（自然循環式）

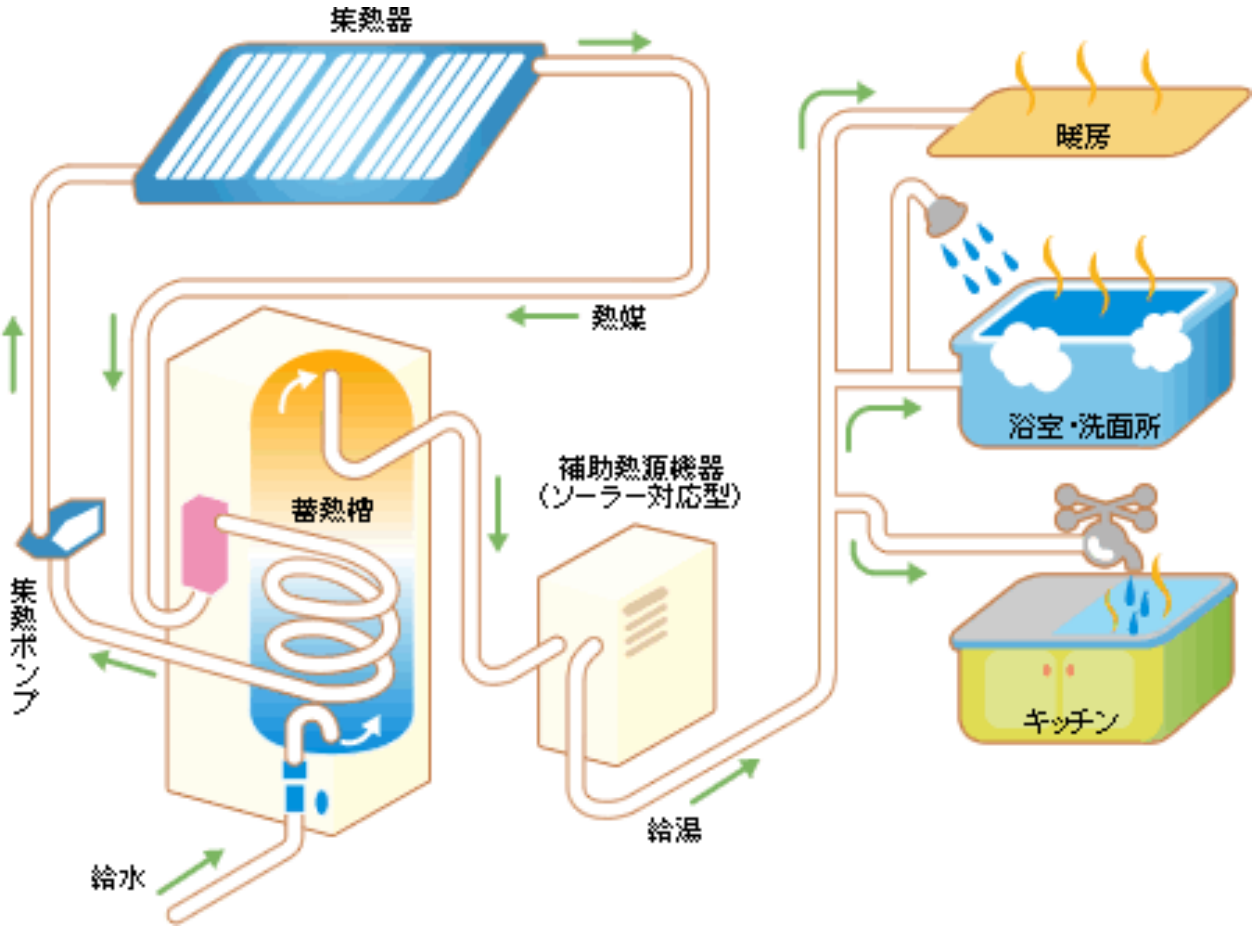


（出所）福岡市環境局ホームページ

■ソーラーシステム

集熱器を屋根に乗せ、蓄熱槽を地上に設置するのが一般的で、集熱器と蓄熱槽の間を配管することで集熱回路を作っている。集熱回路には不凍液などを熱媒として用いる密閉式と利用水をそのまま熱媒として用いる開放式がある。太陽熱で集熱器が一定の温度に達すると集熱ポンプが自動的に運転され、集熱回路の中の熱媒を循環させ、蓄熱槽にお湯を蓄えます。 貯湯量 300 リットル、集熱器の面積 6 ㎡（集熱器 3 枚）のものが標準となっている。

太陽熱温水器の仕組み（ソーラーシステム）



（出所）社団法人 ソーラシステム振興協会ホームページ

2. 風力

■風力発電の基本スペック

風力発電は、風の運動エネルギーを風車（風力タービン）により回転エネルギーに変え、その回転を直接、または増速機を経た後に発電機に伝送し、電気エネルギーへ返還する発電システムである。

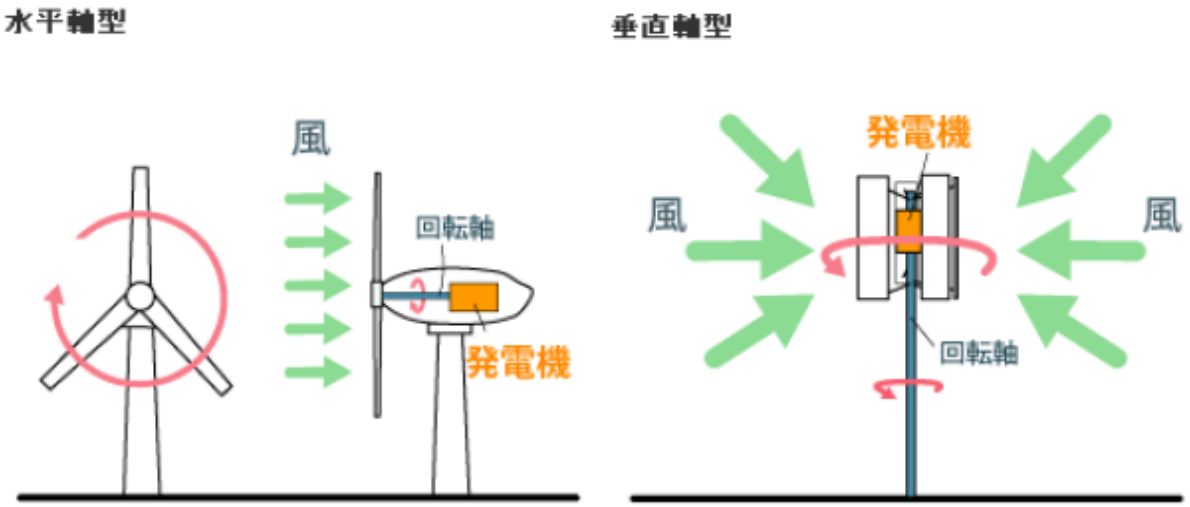
風力発電の基本スペック

太陽光発電	
日本における導入量 （2009 年度末時点）	219 万 kW
発電所 1 箇所あたりの規模	500～78,000KW
建設費	32 万円／KW （600KW あたり 1.9 億円：北海道興部町風力発電所）
管理費	1.1 万円／KW・年 （600KW あたり 9.5 年間で 6,430 万円：北海道興部町風力発電所）
買取価格（買取期間）	20kW 以上の場合：　23.1 円／kwh（20 年） 20kW 未満の場合：　57.75 円／kwh（20 年）
リードタイム	2 年 （工期は 3～4 ヶ月。その他気象等の自然条件・土地利用等の社会条件の調査、風況調査、設計、許認可申請など）
寿命	20 年
発電量の変動性	風状によって左右される
設備利用率 （発電出力に対する実質発電量）	20%
設置に係る主な関連法令	●電気事業法 出力 20KW 以上の場合は、保安規定の届出と電気主任技術者の選定が必要。また出力 500KW 以上の場合、工事計画の事前届出が必要。 ●建築基準法 高さが 15m 以上の場合、建築物の建築等に関する申請・確認が必要。 ●電波法 電波障害防止区域において風車の高さが 31m を超える場合、届け出が必要。 ●航空法 高さが 60m 以上の場合、航空障害燈及び昼間障害標識の設置が必要。 ※その他土地利用に関し、施設設置に係る許可等が必要（自然公園法、自然環境保全法、道路法、森林法など）

■風力発電の種類

風車の形式は、回転軸の方向によって「水平軸型」と「垂直軸型」に分けられる。「水平軸型」とは風向きに対して回転軸が並行であるものを指し、「垂直軸型」とは風向きに対して回転軸が垂直であるものを指している。

風力発電の風車における「水平軸型」と「垂直軸型」の違い



（出所）風力発電の風車とは？（Cygnus-energy ホームページ）http://www.cygnus-energy.com/windmill/whatwindmill.html

- 水平軸型：　大型化が容易であり高効率を実現できるが、大型である分だけ設置やメンテナンスに手間がかかる場合が多い。また風車の回転面を常に風の方向に向けないと回転しない。
- 垂直軸型：　一般的に小型で、風向きに関係なく風車を回転させることができる。

■風力発電の規模

風力発電は、定格出力による風力発電機の分類基準は以下の通りである。

一般的に、風は地上から上空に向かうほど強くなるため、風車の高さ（ハブ高さ）はできるだけ高くした方が取得エネルギーは増大し、発電量は増加する。また風車の取得エネルギーは風車の羽根（ブレード）の回転面の受風面積に比例するため、ブレードを長く（風車ロータ緒っけんを大きく）することでも取得エネルギーは増大する。なお現在、多く用いられているプロペラ式風車の大きさは、概ね以下の通りである。

- 定格出力 600kW の場合　　：　タワーの高さは 40～50m、羽根の直径は 45～50m
- 定格出力 1,000kW～2,000kW の場合：　タワーの高さは 60～80m、羽根の直径は 60～90m

定格出力からみた風車の分類基準

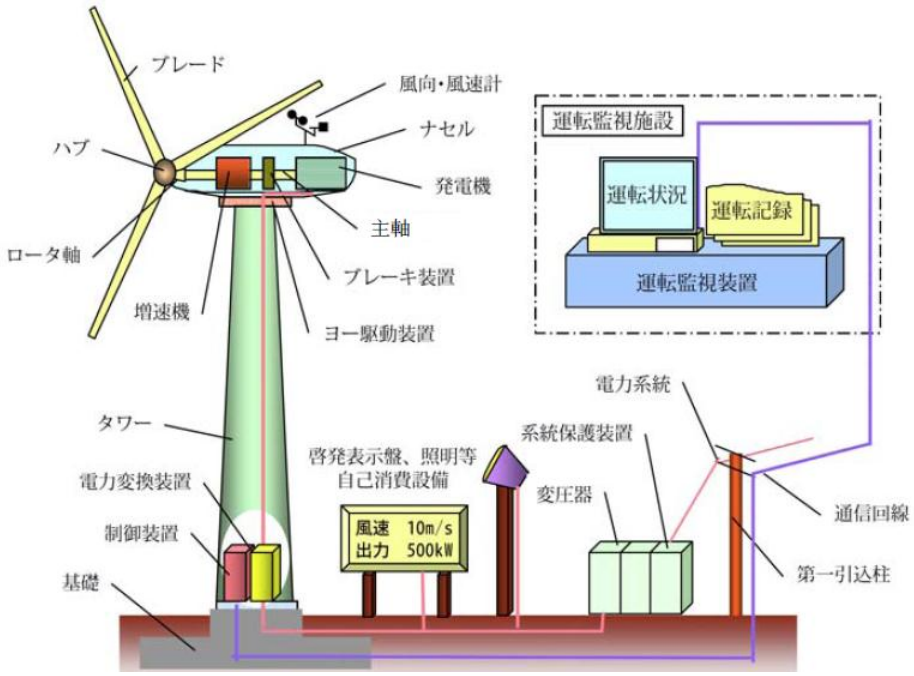
分類		定格出力
マイクロ風車		1kW 未満
小型風車		1kW～50kW 未満
中型風車	Ⅰ	50kW～500kW 未満
	Ⅱ	500kW～1,000kW 未満
大型風車		1,000kW 以上

■風力発電のシステム構成

風力発電の中で、代表的なプロペラ式風力発電システムの攻勢は以下の通りである。

風力発電は、基礎工事が行われた上でタワーが設置され、タワー上にナセルとブレードが組み上げられている。ナセルの中には、増速機や発電機、ブレーキ装置、ロータ軸、主軸が格納されており、ブレードはハブによってロータ軸に連結されている。

プロペラ式風力発電のシステム構成



（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」

プロペラ式風力発電の構成要素とその概要

構成要素		概要
ロータ系	ブレード	回転羽根、翼
	ロータ軸	ブレードの回転軸
	ハブ	ブレードの付け根をロータ軸に連結する部分
伝達系	主軸	ロータの回転を発電機に伝達する
	増速機	ロータの回転数を発電機に必要な回転数に増速する歯車（ギア）装置（増速機のない直結ドライブもある）
電気系	発電機	回転エネルギーを電気エネルギーに変換する
	電力変換装置	直流、交流を変換する装置（インバータ、コンバータ）
	変圧器	系統からの電気、系統への電気の電圧を変換する装置
	系統連系保護装置	風力発電システムの異常、系統事故時等に設備を系統から切り離し、系統側の損傷を防ぐ保護装置
運転・制御系	出力制御	風車出力を制御するピッチ制御あるいはストール制御
	ヨー制御	ロータの向きを風向に追従させる
	ブレーキ装置	台風時、点検時等にロータを停止させる
	風向・風速計	出力制御、ヨー制御に使用されナセル上に設置される
	運転監視装置	風車の運転/停止・監視・記録を行う
支持・構造系	ナセル	伝達軸、増速機、発電機等を収納する部分
	タワー	ロータ、ナセルを支える部分
	基礎	タワーを支える基礎部分

（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」

■風力発電の機器・部品メーカー

風力発電システムは、ブレード、ロータヘッド、主軸,、増速機、軸受、発電機、電力変換装置、変圧器、制御装置、油圧装置、電動モータ。ブレーキ等、約１万点の機械部品と電気部品から構成されている。自動車と同様量産組立製品であることから、多くの労働力と多様な部品産業としての裾野が必要となり、自動的にプロセス生産される太陽電池よりも部品産業への波及や雇用促進の効果が大きいのが特長となっている。

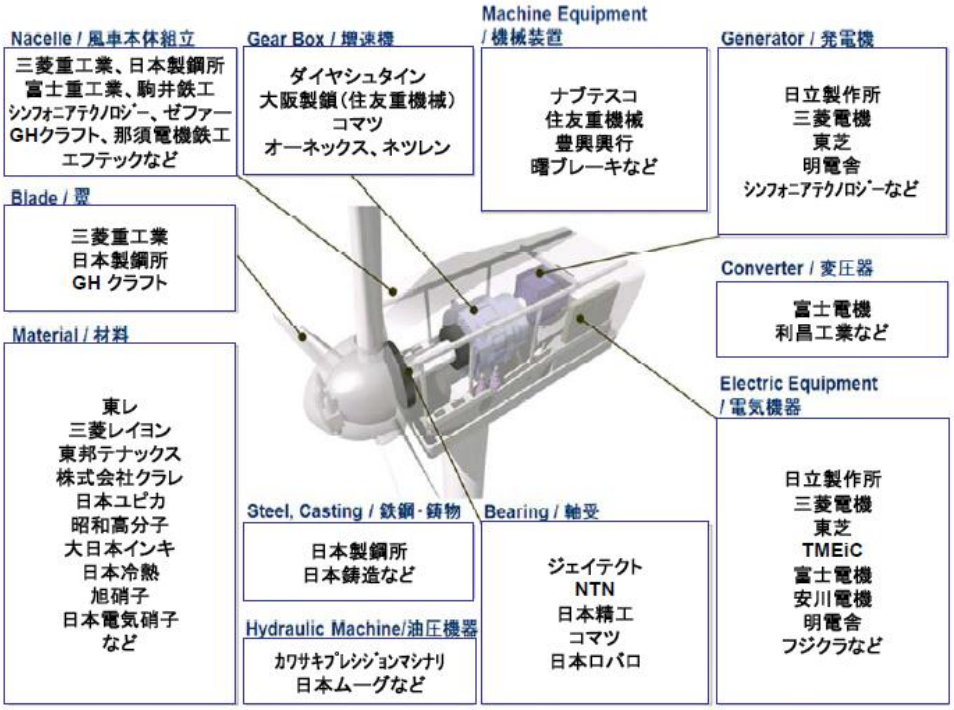
さらに洋上風力分野は、設置船、系統連係に伴う安定化技術、二次電池、海底ケーブルなど、複合システム技術の組み合せであり、日本が得意としている技術分野も少なくない。

（洋上）風力発電システムに求められる技術

	（洋上）風力に求められる技術	プレーヤ
設置船・海上工事	洋上における短納期、コストダウンに寄与する海上プラント設計、工法	造船会社
系統連係・電池	蓄電技術、安定的な系統連係・運用技術	送配電機器メーカ、電池メーカ
電線技術	海底ケーブル、特に超伝導ケーブルの技術	電線メーカ
大型軸受	厳しい環境で長期に信頼性高く動作する大型機械部品の製造	機械メーカ、部品メーカ
発電機	信頼性の高い発電機、減速機	電機メーカ
FRPなど素材	高硬度でかつ軽量な材料の提供	化学メーカ
制御	風況などの自然環境やリスクに対応した緻密な制御	エンジ会社、プラントメーカ
システム	運転効率だけでなく、施工効率、メンテ性も考慮した全体システム設計、機械部品の組立技術	同上

（出所）各種資料より NRI 作成

国内風車の部品メーカー構成



（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」

3. 小水力

■小水力発電の基本スペック

小水力発電は、水が高いところから低いところへ落ちる時の力を利用し水車を回し、水車と直結した発電機で電気を起こすというメカニズムになっている。なお水車には主に以下の４種類が存在している。

①フランシス水車　：広い範囲（10～300m程度）の落差で使用できるため、日本の水力発電所の約７割を占めている。

②ペルトン水車　　：水の速度のみを利用する水社で、落差の大きい発電所に用いられる。

③プロペラ水車　　：落差が比較的低く、しかも流量の多い発電所で採用される。

④クロスフロー水車：主に 1,000kW 以下の小水力発電所で採用される。

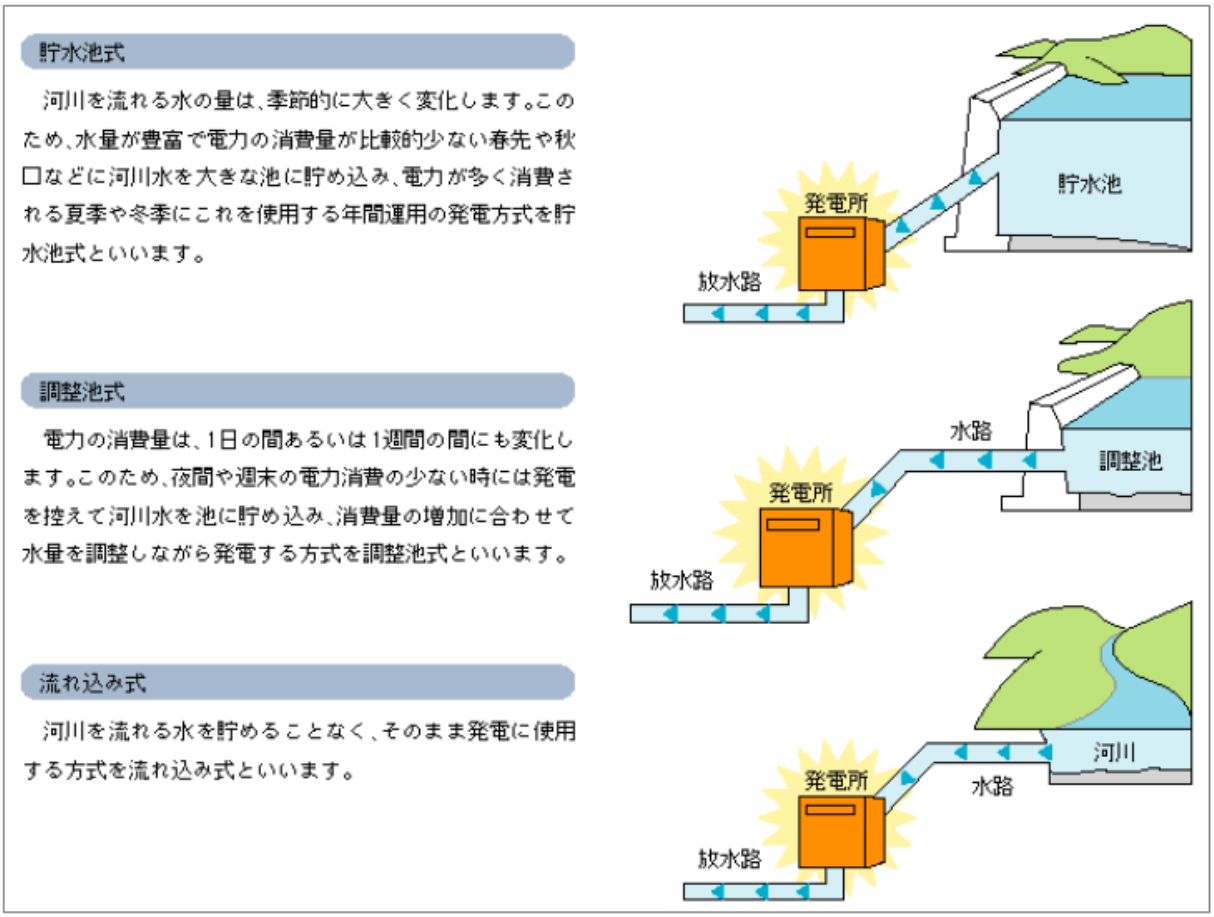
小水力発電の基本スペック

太陽光発電	
日本における導入量 （2009 年度末時点）	4.797 万 kW ※1,000KW 以下は 2005 年時点で 20 万 kW
発電所１箇所あたりの規模	1,000KW 以下
建設費	59 万円／KW （253KW あたり 1.5 億円：大阪市長居配水場小水力発電）
管理費	0.4 万円／KW・年 （253KW あたり年 100 万円：大阪市長居配水場小水力発電）
買取価格（買取期間）	30.45 円／kwh（200kW～1,000kW 未満・20 年） 35.70 円／kwh（200kW 未満・20 年）
リードタイム	２年 （工期は 6 ヶ月。その他水量・落差・施行条件等調査、設計、採算計評価、許認可申請など）
寿命	60 年
発電量の変動性	無し
設備利用率 （発電出力に対する実質発電量）	50%～90%
設置に係る主な関連法令	●電気事業法 事業用電気工作物（ダムがある場合、出力 20kW 以上の場合、または１㎥/s の場合）について保安規定の届出、電気主任技術者の選任、工事計画の事前届出が必要。 ●河川法 流水の占有、土地の占有、河川保全区域における行為の許可等が必要。 ●自然公園法、自然環境保全法、文化財保護法、農地法、森林法など土地利用に関し、施設設置に係る許可等が必要。

■水力発電の種類

水力発電には、規模の大きなものから順に「貯水池式」「調整池式」「流れ込み式」の３種類が存在する。相対的に規模の大きい「貯水池式」と「調整池式」は、いずれも電力の消費量の変化に合わせて、放水する量をコントロールすることが前提となっている。これに対して「流れ込み式」は、河川などを流れる水を溜めることなく、そのまま発電に使用する方式であり、比較的設備投資が少なくて済む。「小水力発電」の大半はこの「流れ込み式」を使っている。

水の利用面による水力発電の分類



（出所）資源エネルギー庁「エネルギー動向　水力発電所タイプ」

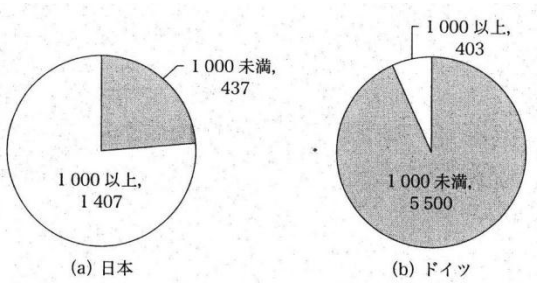
■日本における小水力発電のポテンシャル

水力発電は、現在でも日本の電力の 10%弱をまかなう重要なエネルギー資源である。資源エネルギー庁によると、日本の既開発（含工事中）の水力は総出力 2,300 万 KW（年間 940 億 kWh）で、そのうち出力 1 万 KW 以上の総出力は 1,900 万 KW であり全体の 83%を占めている。一方で 1 万 KW 以下の未開発水力は 2,466 地点、総出力 680 万 KW と見積もられており、まだ 1/3 程度しか開発されていない。

また環境省の推計では、2011 年時点での出力 1,000KW 未満の小水力発電の導入可能量は、総出力 530 万 KW・地点数で 18,229 地点に及ぶと考えられている。

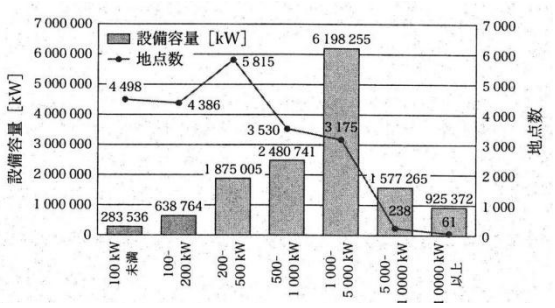
一方で、出力が 1,000KW 以上と 1,000KW 未満の水力発電所数の比率を、日本とドイツで比較すると、ドイツでは 1,000KW 未満の発電所数が 90%を超えているのに対して、日本では 25%弱しかない状況となっている。しかし日本はドイツよりも降水量が多く、急峻な地形が多いことから、特に 1,000KW 未満の小水力発電の開発ポテンシャルは高いことが推察される。

日独の 1,000KW 未満の水力発電数・割合
（2005 年時点）



（出所）資源エネルギー庁・ドイツ連邦政府

中小水力の導入ポテンシャル推計値
（2011 年推計）



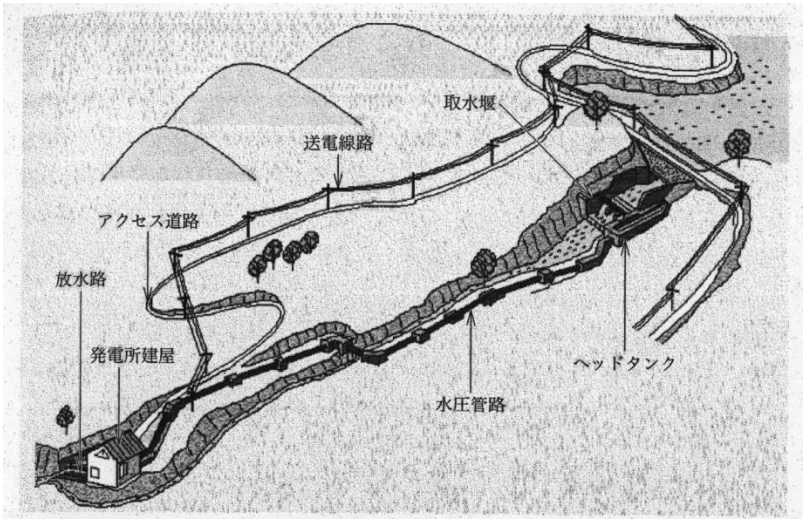
（出所）環境省

■小水力発電のシステム構成図

水力発電所は、取水・導水・放水設備などの「土木施設」、水車・発電機・配電盤などの「発電設備」、発電した電気を送る「送配電設備」、および発電設備を収納する建屋などの「建築設備」に分けられる。

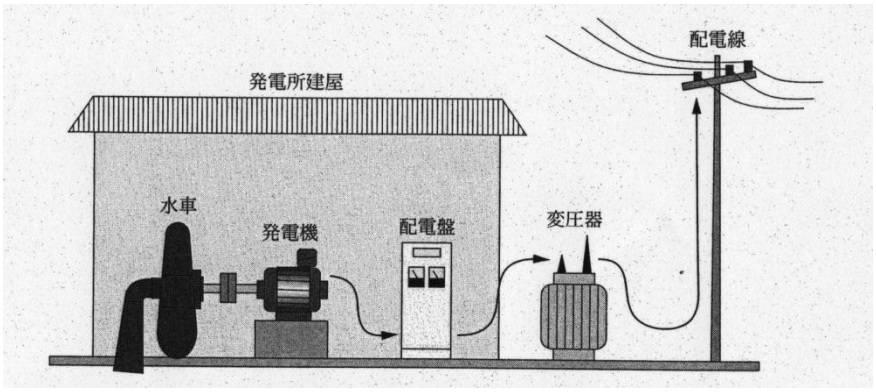
なお、この構成は水力発電の方式や落差・流量、設置条件などによっても大きく異なる。基本的には計画地点ごとに設計条件や経済性などを考慮して、最適な構成にすることが求められる。ただし最近では 5～10KW 程度のマイクロ小水力発電において、汎用的な製品も一部登場しており、より小水力発電が身近になりつつある。

発電所全体の構成イメージ



（出所）全国小水力利用推進協議会「小水力発電がわかる本」

発電設備のイメージ



（出所）全国小水力利用推進協議会「小水力発電がわかる本」

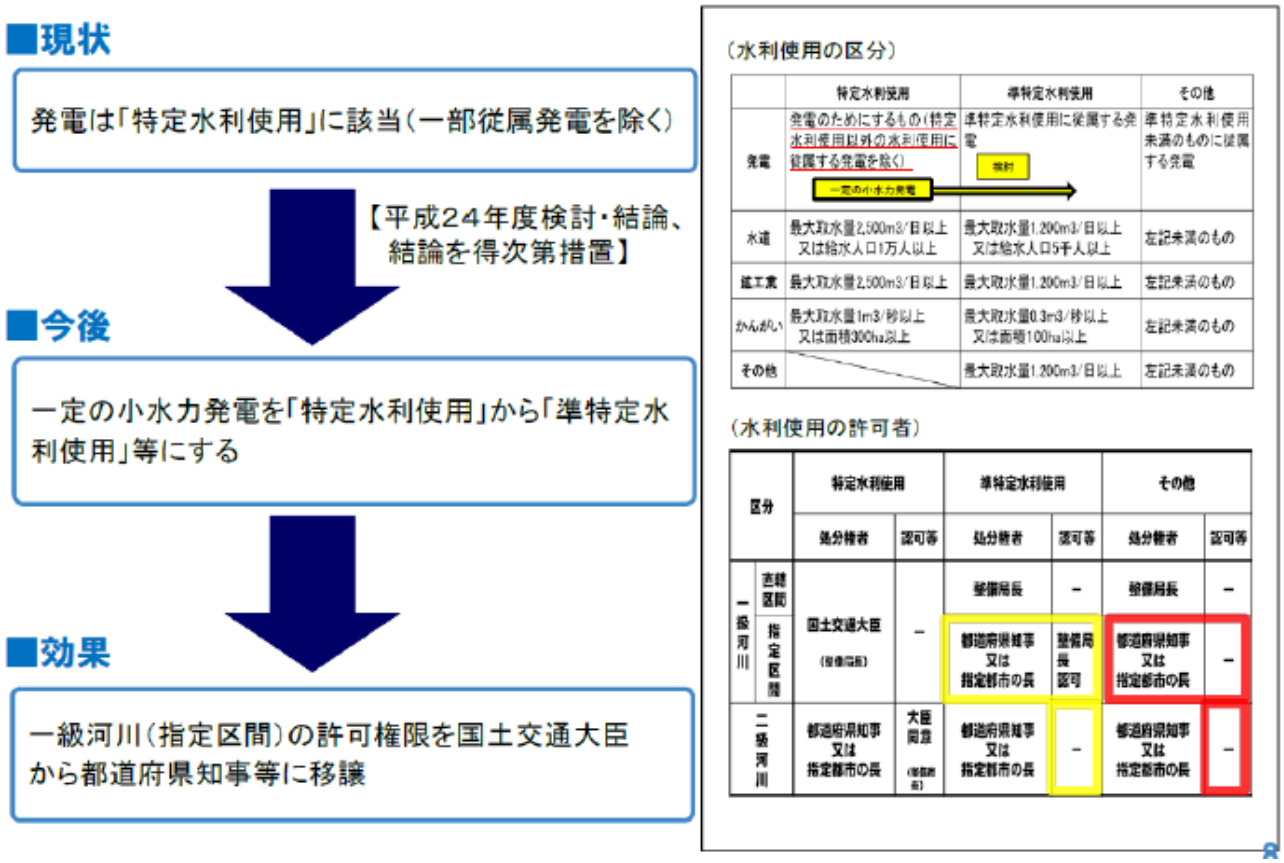
■水利権と小水力発電

小水力発電を計画する上では、利用を想定する河川や水路に応じて、水利権が設定されている。水利権は、「発電」「水道」「鉱工業」「かんがい」などの用途や取水量に応じて、「特定水利使用」「準特性水利使用」「その他」の３種類に分類されており、種類に応じて、水利使用の許可者が大きく変わる。

これまでは「発電」を用途とした取水は、一級河川については「国土交通大臣」、二級河川については「都道府県知事、または政令指定都市の長」の許可が必要であった。しかし、再生可能エネルギーの利活用の促進と、小水力発電を計画する事業者が現実として増えていることを踏まえ、国土交通省を中心に現在、発電を用途とする取水の中で一定規模の小水力発電については、「特定水利使用」から「準特定水利使用」に変更することを検討している。

これに伴って、一級河川においても指定区間については、許可権限が「国土交通大臣」から「都道府県知事、または政令指定都市の長」されることになり、これに伴いこれまで以上に小水力発電の利活用促進につながることが期待されている。

小水力発電の水利使用の許可者と規制緩和の検討内容



（出所）国土交通省中国地方整備局　資料

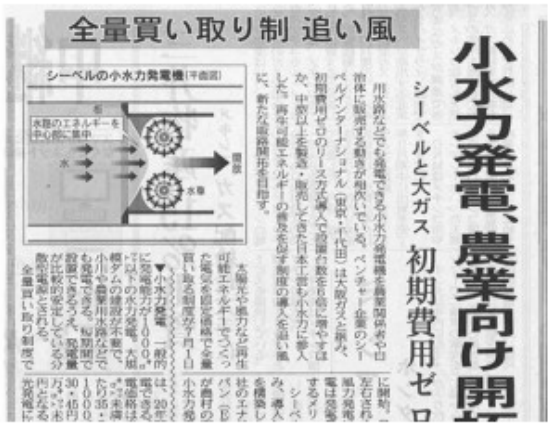
■小水力発電を活用した特徴的なサービス事例

小水力発電においても、太陽光発電とどうように初期投資コストが不要なリースによるビジネスが生まれている。具体的には、シーベルインターナショナルと大阪ガスなどが提携し、農業向けに初期投資コストが不要で小水力発電が可能なビジネスモデルを 2012 年 9 月に発表した。

初期投資コストゼロの小水力発電ビジネス

シーベルインターナショナルと大阪ガス、EBJ(大阪ガス子会社)との 3社提携契約を行い、農業向けなどでイニシャルレス(初期投資0円)で 行える小水力発電事業のビジネスモデルを提供する

投稿日：2012.09.20 | カテゴリー：Topics


全量買い取り制 追い風

小水力発電、農業向け開

シーベルと大ガス 初期費用ゼ

シーベルインターナショナルと大阪ガス、EBJ(大阪ガス子会社)との 3社提携契約を行い、農業向けなどでイニシャルレス(初期投資0円)で 行える小水力発電事業のビジネスモデルを提供する。

（出所）シーベルインターナショナル・ホームページ（プレスリリースより）

4. バイオマス

■バイオマスの種類とバイオマス発電

バイオマスとは、生物資源（bio）の量（mass）を表す概念で、一般的には「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」を指す。

バイオマスの種類には「廃棄物系バイオマス」「未利用バイオマス」「資源作物（エネルギーや製品の製造を目的に栽培される植物）」の３つに分けられる。「廃棄物系バイオマス」は、廃棄される紙、家畜排せつ物、食品廃棄物、建設発生木材、製材工場残材、下水汚泥等があげられ、「未利用バイオマス」としては、稲わら・麦わら・もみ殻等が、「資源作物」としては、さとうきびやトウモロコシなどがあげられる。

バイオマスの種類と体系

バイオマス資源	未利用系資源	木質系バイオマス	森林バイオマス	林地残材
				間伐材
				未利用樹
			その他木質バイオマス（剪定枝など）	
		農業残さ	稲作残さ	稲わら
				もみ殻
			麦わら	
			バガス	
			その他農業残さ	
	廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材残材	
			建築廃材	
		製紙系バイオマス	古紙	
			製紙汚泥	
			黒液	
		家畜ふん尿・汚泥	家畜ふん尿	牛ふん尿
				豚ふん尿
				鶏ふん尿
				その他家畜ふん尿
			下水汚泥	
			し尿・浄化槽汚泥	
		食品系バイオマス	食品加工廃棄物	
			食品販売廃棄物	卸売市場廃棄物
				食品小売業廃棄物
			厨芥類	家庭系厨芥
				事業系厨芥
			廃食用油	
		その他	埋立地ガス	
			紙くず・繊維くず	
	生産資源	木質系バイオマス	短周期栽培木材	
		草本系バイオマス	牧草	
			水草	
			海草	
		その他	藻類	
			糖・でんぷん	
			植物油	パーム油
				菜種油

（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」

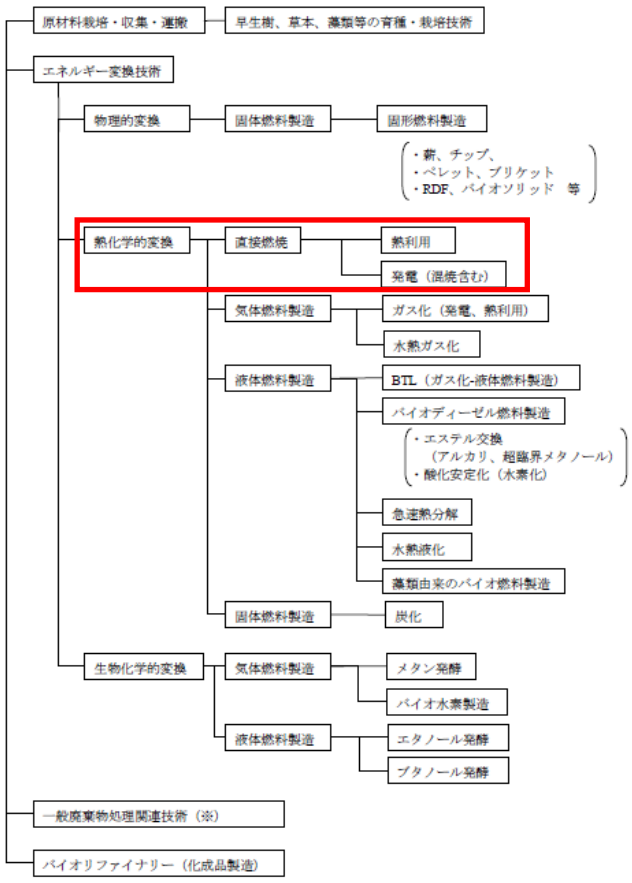
なおバイオマスは、エネルギーとして熱・電気・燃料として活用されるのみならず、マテリアルとしての利用も可能な資源である。具体的な利用のイメージは以下の通りである。

なお、日本においてはバイオマスエネルギー活用施設の約半分で発電を行っている。バイオマス発電の中で、現在、最も実績が豊富なのは、木質バイオマスあるいはバイオガスの「直接燃焼」による「熱利用」と「発電」である。この分野は、官民を問わず既に国内において豊富に実績があり、比較的小規模でのバイオマス利用に向いている活用方式である。

バイオマスの活用用途　（※赤字は代表的なエネルギー利用の用途）

	変換技術の名称	変換技術の概要	対象となる原料	製品の用途
マテリアル利用のための変換技術	堆肥化	好気性微生物を利用して、バイオマスを堆肥に変換する技術	家畜排せつ物 食品廃棄物	特殊肥料・普通肥料
	飼料化	バイオマスを加工し、飼料を作る技術	食品廃棄物	飼料
	炭化	バイオマスを乾留（空気を遮断して加熱分解）し、炭を作る技術	家畜排せつ物 食品廃棄物	肥料・土壌改良材・燃料
	バイオマスプラスチック製造	バイオマスを原料としてプラスチックを製造する技術（原料の一部にバイオマスを使用する場合を含む）	農産物（とうもろこし・米等） 木質系バイオマス	食器類・植木鉢・カップ・卵パック容器・ごみ袋・マルチフィルム等
エネルギー利用のための変換技術	メタン発酵（湿式）	嫌気性微生物を利用して、バイオマスをメタンガスに変換する技術（原料が液状に近いもの）	家畜排せつ物 食品廃棄物	電気・熱（ガスエンジン発電）
	メタン発酵（乾式）	嫌気性微生物を利用して、バイオマスをメタンガスに変換する技術（原料が固形物に近いもの）	家畜排せつ物 食品廃棄物 固形有機性廃棄物	電気・熱（ガスエンジン発電）
	直接燃焼	バイオマスを直接燃焼し、蒸気タービンで発電する技術	木質系バイオマス 農産廃棄物 鶏ふん	電気・熱（蒸気タービン発電）
	ガス化	バイオマスを還元雰囲気下で熱分解し、可燃性ガスを発生させ、発電や熱利用をする技術	木質バイオマス・食品廃棄物 一般廃棄物・産業廃棄物 下水汚泥・し尿汚泥	電気・熱（ガスエンジン・蒸気タービン発電）
	固形燃料化	バイオマスを木質ペレット・RDFなどの固形燃料に変換する技術	木質系バイオマス（木質ペレット化） 食品廃棄物（RDF化）	固形燃料
	バイオディーゼル燃料化	エステル化反応により、廃食用油などを軽油代替燃料に変換する技術	廃食用油（使用済み天ぷら油等） 菜の花・ひまわり等	ディーゼルエンジンの燃料
	バイオエタノール化	さとうきび等の糖質、とうもろこし・米等の澱粉質や建築廃材等のセルロースを糖化・発酵・蒸留してバイオエタノール（ガソリン代替燃料）に変換する技術	農産物（とうもろこし・さとうきび・米等） 木質系バイオマス・稲わら	ガソリンエンジンの燃料

バイオマスエネルギー技術体系



（出所）NEDO「再生可能エネルギー技術白書」

日本のバイオマスエネルギー（発電および熱）利用施設の概要

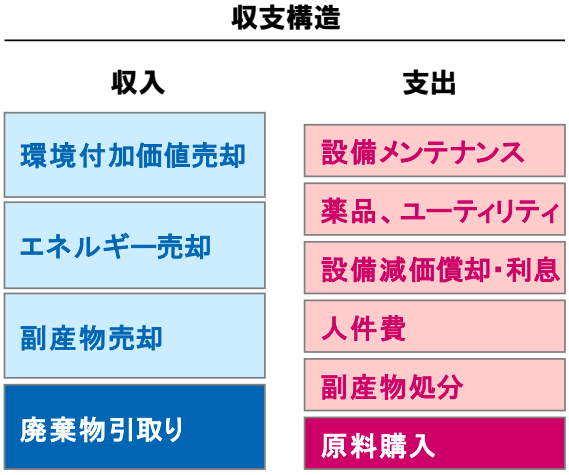
変換方法	バイオマス	利用方法	施設数	施設数小計	発電量（MW）	発電小計（MW）	備 考
ごみ焼却炉	廃棄物系	熱利用	651				内、発電/熱利用：265施設
総数：1,534施設（平成20年度）		発電	332	718	1,800	1,400	ごみの70～80%がバイオマス
木質直接燃焼	木質バイオマス	熱利用	268				
木質・バガス直接燃焼		発電／熱利用	111		1,060		
木質ガス化		発電／熱利用	29	408	7		
木質ペレット・チップ・固形燃料等		製造	36	ー		1,067	
メタン発酵	下水汚泥	熱利用	313				消化槽のある下水処理施設：347施設
		発電／熱利用	34		30		
	し尿・汚泥再生	熱利用	60				嫌気性消化法し尿処理施設：66施設
		発電／熱利用	6				
	家畜排せつ物	熱利用	21				
		発電／熱利用	43		3.5		
	食品ごみ	熱利用	29				
		発電／熱利用	37		25		
	食品排水	熱利用	34				
		発電／熱利用	13	590	17	75.5	
直接燃焼・ガス化	下水汚泥	発電／熱利用	1		0.35		
	家畜排せつ物	熱利用	5				
		発電／熱利用	6		15.5		
	食品ごみ	発電／熱利用	26	38	32	48	
合計（概算）				1,754	3,000	2,600	

（出所）再生可能エネルギー等の熱利用に関する研究会（第２回）「バイオマスの熱利用」資料、JORA、2010.10

■バイオマス発電システムの産業構造

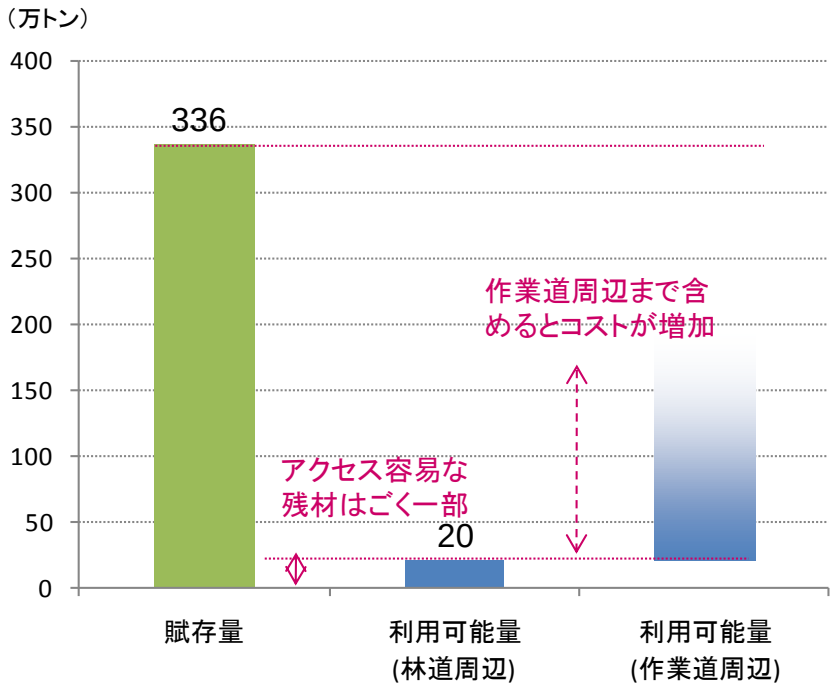
バイオマス発電は、燃料調達コストがほとんどないか、または強いインセンティブが無ければ採算は合いづらい。特に発電（熱）事業者が収益を獲得できるかどうかは、バイオマスの調達におけるコストや有償での引き取りによる収入に大きく依存する。このため、バイオマスガス化発電プラントのシステムコストを引き下げることは必要であるが、本格的な事業展開においては「バイオマス資源の安価な調達環境の構築」がより重要である。

バイオマスガス化発電事業の収支構造



現在、木質バイオマスは、製材所等での廃材が取り合いになっており、新たな供給源の獲得のためには、現在、間伐等において発生し林地に残存している林地残材等の未利用バイオマスの活用を促進する必要がある。

全国の林地残材の賦存量・利用可能量



（出所）NEDO「バイオマス賦存量・利用可能量の推計」H18 より NRI 作成

林地残材の収集容易性

	残材収集の容易性	運搬用トラックへ積載するまでの作業
林道周辺	比較的容易	• 作業機械で集材し、トラックへ直接積載する
作業道周辺	容易ではない	• 間伐で作道した作業道に作業機械を導入して集材する • 集材した残材を輸送機械に乗せ土場まで運搬し、トラックへ積載する
それ以外	困難	• 作業道を新たに開設する • その後の作業は基本的に上記と同じ

■バイオマス資源を効率的に収集するための工夫

バイオマス発電は、燃料調達コストがほとんどないか、または強いインセンティブが無ければ採算は合いづらい。特に発電（熱）事業者が収益を獲得できるかどうかは、バイオマスの調達におけるコストや有償での引き取りによる収入に大きく依存する。このため、バイオマスガス化発電プラントのシステムコストを引き下げることは必要であるが、本格的な事業展開においては「バイオマス資源の安価な調達環境の構築」がより重要である。

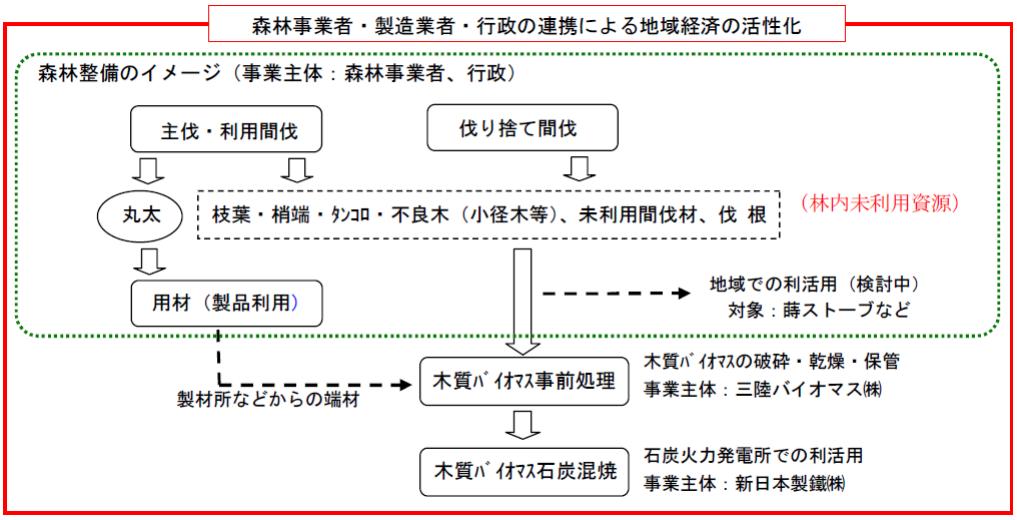
例１）岩手県釜石市「緑のシステム創造事業」

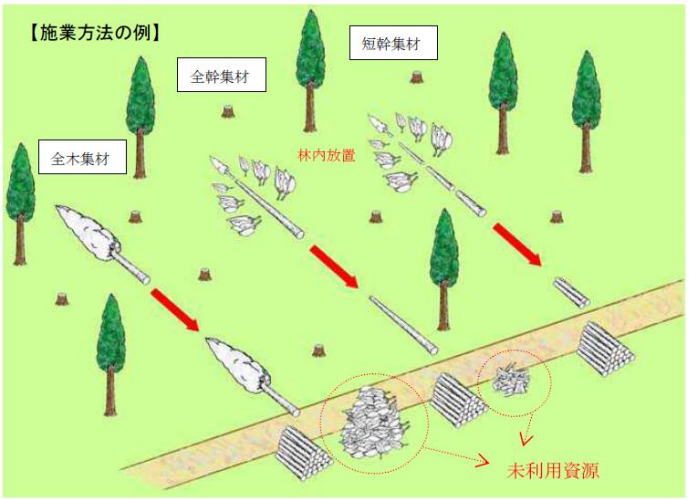
釜石市では、市域面積の約９０％を占める森林の計画的な森林整備推進と安定的な用材搬出さらには森林内に賦存する林内未利用資源を森林外に搬出・供給する地域独自の複合供給システムの構築を目指している。

具体的には、定性間伐主体の施業方法から列状・定性の複合的間伐へと施業方法を変更するとともに、林内路網整備や高性能林業機械の導入によって作業の効率化と生産性の向上を図りながら森林整備を推進しようとするもの。

このことによって、森林の持つ公益的機能の回復はもちろんのこと、木質バイオマス資源の有効活用ほか、雇用の場の創出や林家の所得向上など様々な波及効果を期待している。

緑のシステム創造事業の狙いと仕組み





【対象資源の例】

（出所）岩手県釜石市ホームページ・プレスリリース

〇緑のシステム創造事業における主な取り組み

（１）高性能林業機械の導入

釜石地方森林組合が高性能林業機械を購入し、釜石市が購入経費の一部を負担する。高性能林業機械を主体とする複合的な森林施業に変更することで、計画的な森林整備推進と生産性向上、さらには用材搬出に併せ林内未利用資源を搬出する。

（２）林内路網整備

複合的な森林施業を確立するためには、施業区域の集約化と林内路網整備が不可欠であり、施業集約化に取り組む釜石地方森林組合が基幹作業道の整備を行う。また、市有林内については、釜石地方森林組合と連携しながら整備を行う。

（３）林内未利用資源の活用

①木質バイオマス事前処理

資源の受入・破砕・乾燥・保管を担うため新設された三陸バイオマス㈱が、木質系破砕機を新設し、木質チップを既設の石炭火力発電所（事業主体：新日本製鐵㈱）へ供給する。（未利用資源の安定需給を目的とした支援についても、補助メニューの活用を計画している。）

②木質バイオマス石炭混焼

新日本製鐵㈱釜石製鐵所が、既設の石炭火力発電所で受入れた木質チップを石炭燃料と混焼する。

緑のシステム創造事業を通じた集材の生産性向上と目標値

	現　　状	導入後
施　業	定性間伐	定性・列状の複合間伐
伐　倒	チェーンソー	チェーンソー
木寄せ	架線 （短幹集材）	ウィンチ付きグラップル （全木集材）
集　材	林内作業車	フォワーダ グラップル
造　材	チェーンソー	プロセッサ
運　搬	トラック	グラップル付 10ｔ運搬車
生産性	3.1 ㎥／人・日	8 ㎥／人・日 （全体 5.5 ㎥／人・日）
間伐能力	約 15,000 ㎥／年 (3.1 ㎥×30 人×160 日)	約 26,000 ㎥／年 (5.5 ㎥×30 人×160 日)
間伐面積	約 250ｈａ （15,000 ㎥÷60 ㎥/ｈａ）	約 430ｈａ （26,000 ㎥÷60 ㎥/ｈａ）
生産コスト	8,400 円／㎥	6,700 円／㎥
（林地残材発生量） ※用材利用率 60%	林内放置 （10,000 ㎥）	用材と一緒に回収 （17,000 ㎥≒7,700ｔ）

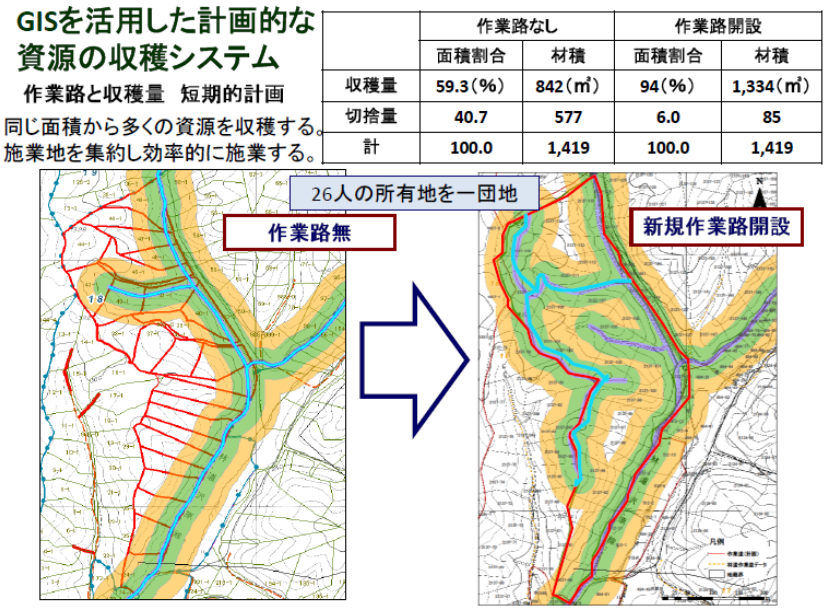
（出所）岩手県釜石市ホームページ・プレスリリース

例２）山形県最上町「ＧＩＳの間伐材伐採への活用」

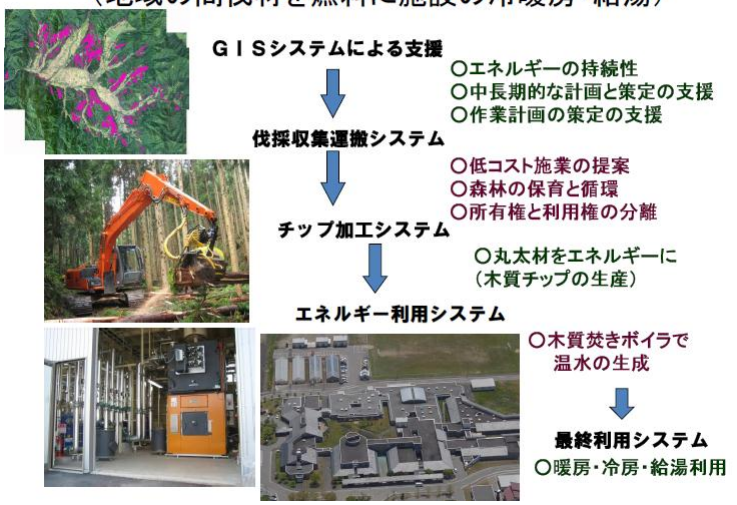
再生可能エネルギー源を使う上では、「エネルギー源の分布」と実際にエネルギーを消費する場所まで結び付ける「エネルギーのサプライチェーン」が非常に重要であるが、この両者を管理する上では、ＩＴの中でもＧＩＳ（地理情報システム）が大きな役割を果たす。ＧＩＳ（地理情報システム）を使うことで、植生・風況・日照時間といった再生可能エネルギー源の供給側と需要側を一体で管理するとともに、それらの変化についても地図上で一体的に扱うことができる。また、レイヤーで管理することができるため、情報の拡張性も非常に高い。

実際に、「ウェルネスタウン最上」として木質バイオマスエネルギーの地域システム化を目指している山形県最上町では、ＧＩＳ（地理情報システム）を使って、エネルギー利用が可能な間伐材賦存量の把握と、中長期的な間伐計画と短期的な森林施業計画の策定を行い、施業地の団地集約化による間伐材利用の低コスト化を図っている。このように「エネルギーのサプライチェーン」構築のための支援ツールとしてのＧＩＳが、再生可能エネルギーの有効活用にとってのキーポイントとなっている。

最上町のＧＩＳを使った間伐材伐採のための作業路の策定



森からの資源とエネルギー利用（NEDO実験事業）
（地域の間伐材を燃料に施設の冷暖房・給湯）



（出所）ニッセイ緑の環境講座　～山形県最上町の取組み～　「森からのエネルギーで産業を興す」資料

例３）岡山県西粟倉村「共有の森事業」

岡山県西粟倉村は、(株）トビムシと連携して「共有の森事業」を展開している。「共有の森事業」は、木材需要と価格の低下、林業の担い手不足といった林業の課題を克服し、 経済性のある事業として林業を成立させていくために、具体的に以下の 3 つの施策を実行していくものである。

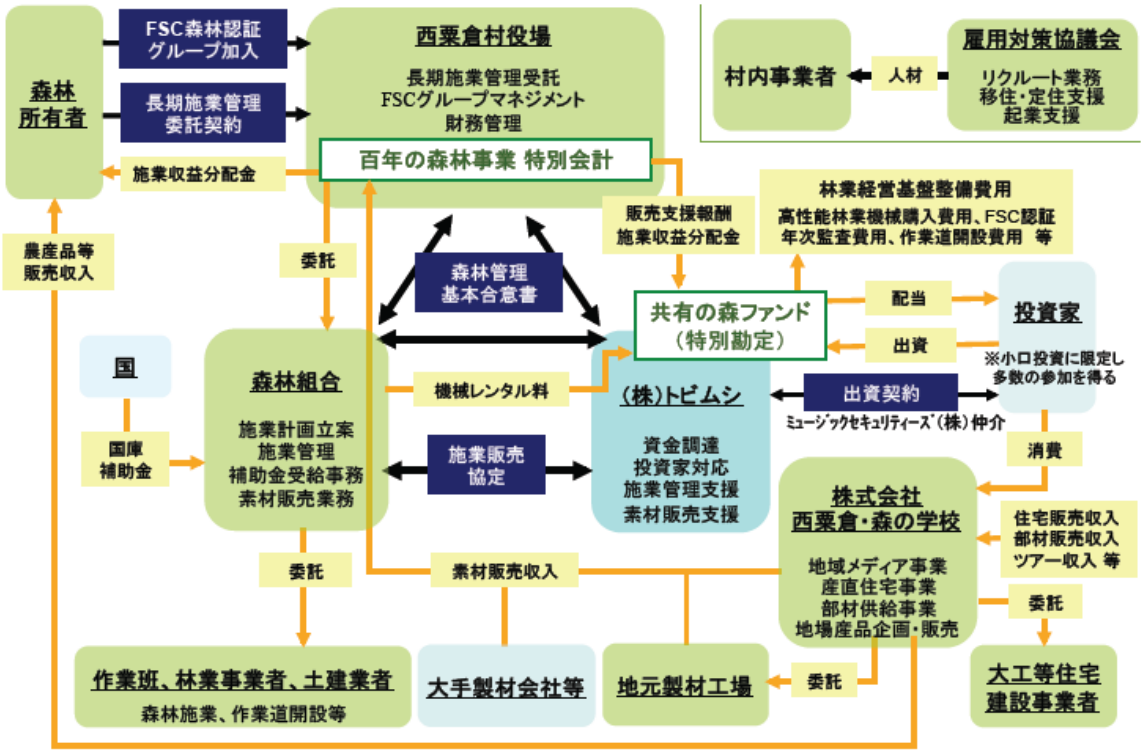
１：収益性が見込める対象林の選定
・樹齢 30～50 年程度の間伐材としても収益性の見込める可能性の高い木材が対象
・長期的な視点に基づく森林管理により生産される品質の高いスギ・ヒノキ材を選定

２：長期一体的管理による施業費用削減
・長期森林管理契約に基づき小口所有化された森林を最大 1,500ha（予定）に集約化
・効率的な作業道開設・林業機械導入等により施業インフラを整備

３．森林と暮らしをつなぐ木材価値の向上
・「FSC 認証木材」の生産・販売を通じて、高品質な西粟倉木材の認知度を向上
・「西粟倉の木の家」の産直住宅販売や木材加工品の製造販売など多くの販売経路を開拓
・従来の林業・住宅産業の枠を超えた顧客創造
※FSC 認証： 森林管理協議会という国際機関が、木材を生産する世界の森林とその森林から切り出された木材の流通や加工のプロセスに対して認証

西粟倉村による施行集約化のスキーム

～森林所有者が町と長期施業管理委託契約を結び、それを森林組合に委託。
（株）トビムシは木材の販路開拓などを支援するスキーム～



（出所）トビムシホームページ

第Ⅵ章. 需要家における再生可能エネルギーの活用事例

1. 戸建住宅における活用例

■電源・熱源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池　・太陽熱温水器　など

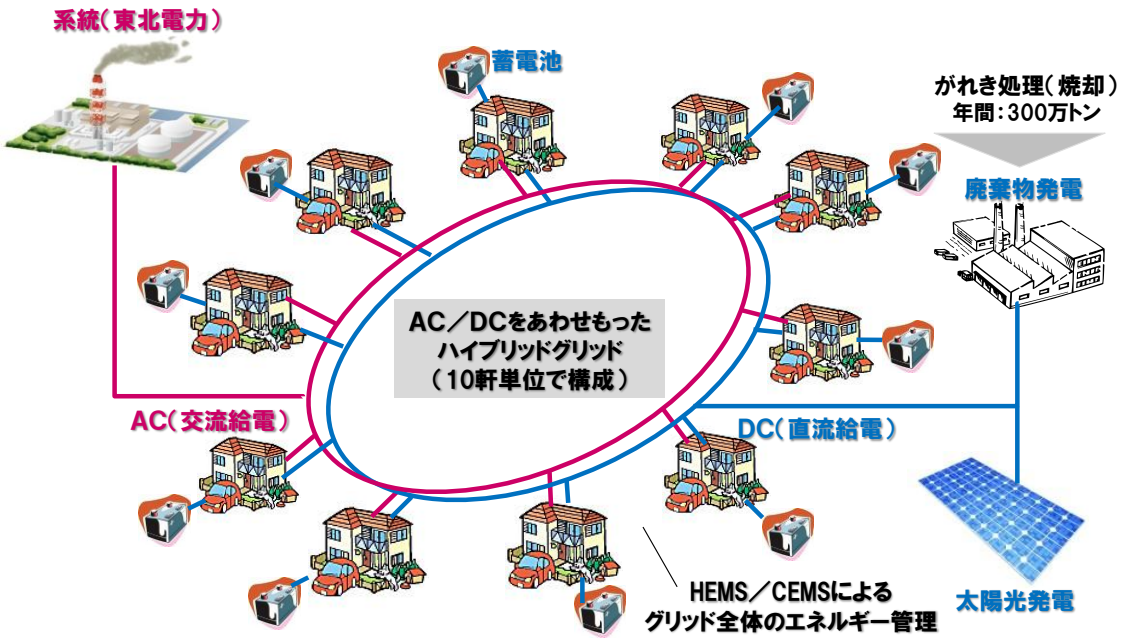
上記の再生可能エネルギーから発電された電気を、蓄電池によって負荷変動を吸収しながら優先的に使用することで、系統から購入する電力量を削減することができる。また、停電時にも再生可能エネルギーの発電容量の範囲内でエネルギー供給を継続することが可能である。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

ＥＶやＰＨＶの蓄電池を、負荷変動の吸収に使用することが可能である。

また将来的には複数の住戸間で蓄電池を共有したり相互のＥＶを共有することで、外出時も負荷変動に対応できることが望ましい。ただし、これを実現するためには電気事業法の改正や特区の活用が必要であり、現在はまだ構想段階の取り組みが多い。

AC／DCの双方の配電網を持った地域電力融通モデル（イメージ）



なお仙台市田子西地区においては、戸建住宅を中心としたスマートヴィレッジ街区において、東北大学環境科学研究科ならびに工学研究科の協力を受けて、スマートハウスの建築（計 16 棟）とエネルギーの共有によるコミュニティの形成を目指している。

個々の住戸は「電気エネルギーの 100%自立住宅」として、太陽光発電とエネファームを導入し、夏季の最も大きい電力消費量と予想される日であっても、発電電力量を電力消費量以下に抑えることができる住宅として売り出していく計画となっている。

また、街区全体では、もともと区画道路であった用地を有効活用し、街区住民が自由に利用できる共有地として確保している。その中には共有発電設備を設置して、スマートヴィレッジ街区の住戸間でエネルギーを共有することも検討されている。

田子西地区のスマートヴィレッジ街区のデザイン

（出所）環境省「サステイナブル都市再開発促進モデル事業～仙台市田子西地区」報告書

戸建住宅への再生可能エネルギー導入に関する動向

事例名	概要	出所
DC/AC ハイブリッド給電住宅	東北大学は家庭で消費する電力の２０％程度を自給できる住宅用発電システムを開発した。太陽光発電による直流の電気をそのまま使い、通常生じる交流変換ロスをなくす。停電時にも稼働できるので、災害に強い街づくりなど復興支援に生かせる。まず宮城県気仙沼市や仙台市などで、東日本大震災の被災者の集団移転先や区画整理地への導入を目指す。 太陽光パネルやリチウムイオン電池のほか、直流と交流の両方に対応する配電盤や分電盤などで構成。消費電力の少ない日中には太陽光からの直流給電を優先し、多くの電力が必要な朝夕などには交流の電気を上乗せして活用できるようにする。パネルを小型にすることなどで、導入コストも従来の太陽光設備より抑えられるとみる。 現在、住宅メーカーの北州（仙台市）の協力を得て、効率的な配線などを調べる実証試験に取り組んでいる。学内に昨年建てた２階建ての新施設の照明を太陽光パネルからの直流電気でまかなう実験にも近く着手する。ソニーやパナソニック電工などの協力も得る。	2011/11/09 日本経済新聞
３電池住宅と停電時対応ＨＥＭＳ	積水ハウスは２０１３年１月期内にスマートタウンを６カ所で展開する。２７日に引き渡しが始まるスマートコモンシティ明石台（宮城県富谷町）を皮切りに、首都圏で４カ所、九州で１カ所の販売を順次開始する。すべての住宅に家庭用燃料電池「エネファーム」と太陽電池を搭載するダブル発電とし、街区全体で電力消費量の１・５倍から２倍の発電を行う。 同社のスマートタウンではダブル発電を基本とし、そのうち２割以上を蓄電池も組み合わせた３電池住宅「グリーンファーストハイブリッド」としたい考え。同住宅では家庭用エネルギー管理システム（ＨＥＭＳ）により非常時でも電力供給を継続でき、街区全体で停電時でも５戸のうち１戸は電気が使えるようにする。ただＨＥＭＳ自体は標準仕様が固まったばかりで、家電の対応や用途開発などが進んでいないため、ダブル発電住宅での採用は当面見送る。	2012/04/25 日刊工業新聞

2. 集合住宅における活用例

■電源・熱源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池　　等

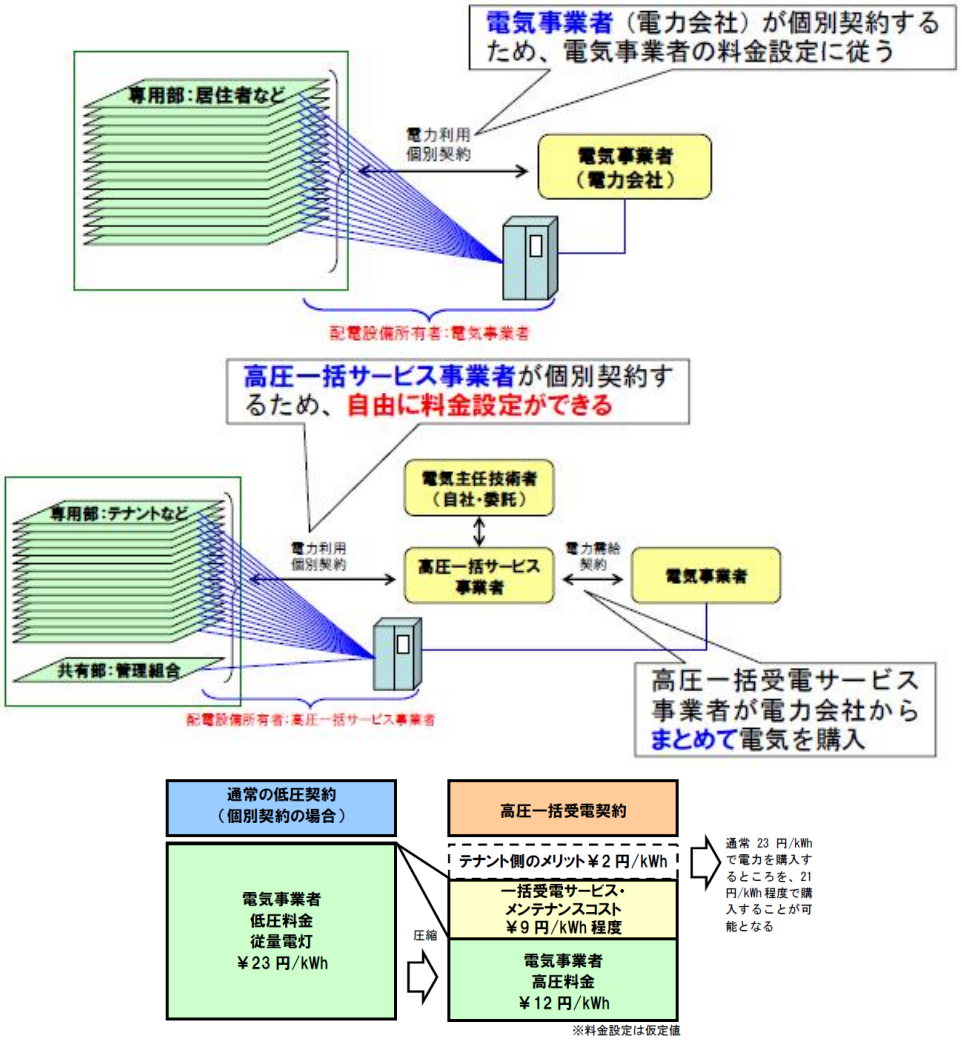
基本的なエネルギー構成は戸建住宅と同じですが、高圧一括受電によって集合住宅の共益施設となる太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池の電気を、各戸間で融通することが現行法上でも可能である。

なお高圧一括受電方式とは、高圧一括サービス事業者が配電設備を保有・管理し、電気事業者と電力需給契約を結ぶとともに、電気事業者に変わってテナントなどと個別に電力利用契約を結ぶ方式である。高圧一括受電サービスでは、高圧一括サービス事業者がテナントと電気事業者との間に入って、それぞれ個別に契約することで、テナントなどと電力料金単価を自由に設定することが可能である。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

蓄電池を集合住宅の共有部に保有することが可能であり、災害時のバックアップ電源として活用することができる。また、ＥＶについても集合住宅全体でエネルギー管理をするため、ＥＶの蓄電池を負荷変動に活用しやすくなる。 さらに、ＥＶ自体を集合住宅の住民で共有する「カーシェアリングサービス」の提供も可能である。

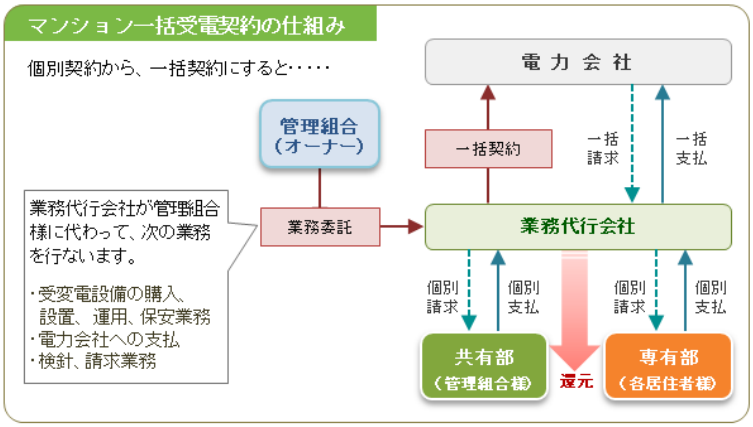
マンションにおける高圧一括受電サービスとその仕組み



（出所）環境省「サステイナブル都市再開発促進モデル事業～仙台市田子西地区」報告書

マンションにおける一括受電契約のスキーム例

工場や商業施設、テナントビルなどは高圧契約をしていますので電力会社から安い電気を購入しています。一方で、一戸建て、賃貸・分譲マンションの皆様は戸別の従量電灯契約で、両契約の料金単価には価格差があります。（従量電灯契約 ＞ 高圧契約）
そこで、居住者の皆様で協力して電気契約をマンション1棟で一本化すれば、割安な高圧契約が可能となり、これまでよりも安く電気を受電することができます。



（従量電灯や低圧の契約も、電力自由化の進展により将来的には、自由化の対象になる計画はありますが、その時期及び料金については未定です。）

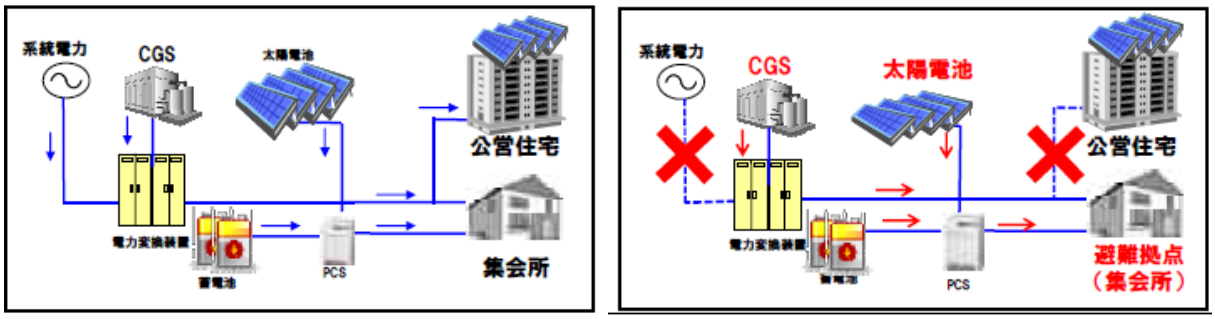
（出所）株式会社　日本プレミアム「マンション一括受電サービス」　http://nippon-pre.com

実際に集合住宅において「高圧一括受電」と「再生可能エネルギー」を組み合わせて、電気事業者と個別に契約するよりも安価な電源供給を受けられるサービスも増加している。大手ディベロッパーが既に事業化を始めているほか、東北地方の被災地の復興公営住宅においても導入事例が生まれている。

復興公営住宅において高圧一括受電サービスと再生可能エネルギーを組み合わせた事例

事例名	概要	出所
仙台市・田子西土地区画整理事業内の復興公営住宅において再生可能エネルギーの導入＋高圧一括受電によるデマンドレスポンスサービスを提供	仙台市は、「平成 24 年度仙台市エコモデルタウンプロジェクト推進事業（田子西地区）」の事業者として、国際航業株式会社、株式会社ＮＴＴファシリティーズ、東日本電信電話株式会社の 3 社で構成される「仮称・仙台グリーン・コミュニティ推進協議会」を選定。 事業の中では、対象施設となる田子西土地区画整理事業内の復興公営住宅（4 棟・176 世帯）および民間一戸建て住宅（16 戸）に、太陽光発電や蓄電池などを設置することにより、非常時のエネルギー確保を実現するとともに、電力使用量の「見える化」を行う設備やエネルギーマネジメントシステムなどを設置することにより、平時における高いエネルギー効率と経済性の両立を図っていく。 また復興公営住宅においては、エネルギーマネジメントシステムを用いたビジネスモデルの構築の一環として、高圧一括受電によるデマンドレスポンスサービスなどを提供していくことを通じて、仙台市におけるエコモデルタウン事業を推進していく内容となっている	仙台市ホームページ プレスリリース

仙台市田子西地区の復興公営住宅における高圧一括受電システムの仕組み（左：平常時　右：非常時）



（出所）環境省「サステイナブル都市再開発促進モデル事業～仙台市田子西地区」報告書

集合住宅において高圧一括受電サービスと再生可能エネルギーを組み合わせた事例

事例名	概要	出所
大和ハウス工業の一括受電＋コジェネ完備のマンション	東日本大震災以降、マンションデベロッパーが自家発電を採用した物件を発売するなど、停電時の対応を売りにした物件が目立つ。ガス事業者が提案するガスコージェネや太陽熱温水器を搭載し、省エネと災害対応を両立した物件も増えてきた。東京ガス、大阪ガス、北海道ガスが最近発表した物件はエネルギーサービスや高圧電力一括受電などを採用しており、新しい事業スキームとして注目される。 大和ハウス工業（大野直竹社長）は１６日、コージェネと給湯暖房システムを採用した「プレミスト植物園北２条」（札幌市、１０４戸）の販売を開始する。全国のマンションで初めて停電時における各戸への電力供給を実現。給湯暖房システムの電源もコージェネの電力で賄い、給湯・暖房の使用も可能とした。 コージェネは一定の電力需要のある時間帯に発電、その廃熱で温めた温水（最高２５℃）をＦａｃｔに供給する。上水を受ける受水槽（２５ｔ）とは別にコージェネ廃熱で温めた温水をためる廃熱利用昇温槽（２５ｔ）を持ち、停電時はコージェネの発電する電気で廃熱利用昇温槽のポンプと給湯暖房機を稼働。同時に停電時自立給電系統で各住戸に１０Ｗの照明用電力を供給する。停電時に点灯する照明はリビングのＬＥＤで、輝度は白熱灯の６０Ｗに相当する。 電力は電力会社から高圧電力を一括受電。北ガスの子会社のエナジーソリューションが受電設備やコージェネの運転・維持・修理管理などエネルギーマネジメントサービスを請け負う。オール電化マンションに比べ、ＣＯ２排出量を約５８％、光熱費を約１７％（３人家族で年間３０万円が２５万円に）削減できる。	2012/03/14 ガスエネルギー新聞
三菱地所グループの高圧一括受電＋太陽光発電システムの既存マンション向けプラン 「soleco fit」	三菱地所グループのマンション分譲会社である三菱地所レジデンスと三菱地所コミュニティ、住宅環境に取り組むメック eco ライフは 30 日、高圧一括受電サービス会社の中央電力と共に、三菱地所コミュニティ管理の既存マンション向けに開発した高圧一括受電と太陽光発電を組み合わせたシステム「solecofit」を 9 月 1 日よりサービス開始すると発表した。 「soleco」は、高圧一括受電と太陽光発電システムを組み合わせ、マンションの各家庭と共用部の電気代を削減する地球環境に配慮した環境システムで、三菱地所レジデンスが分譲する新築マンション 18 棟に既に導入。高圧一括受電により各家庭の電気代が 10%割引され、太陽光発電により共用部の電気代が年間約 12 万円削減される。 既存マンションへの導入にあたっては、マンション管理組合による総会決議、全住戸からの電力契約変更手続きが必要となる。またマンション管理組合による高圧一括受電の導入に際しては、「専有部の各住戸の電気代を割安にするプラン」「共有部の電気代を割安にするプラン」、「太陽光発電の導入によって、専有部・共有部の電気代をどちらも割安にするプラン」の３つから選択することができる。	三菱地所グループホームページ プレスリリース
三井不動産レジデンシャルの分譲マンションにおける再生可能エネルギーと電力一括受電･デマンドレスポンスシステムを導入。	三井不動産レジデンシャル株式会社は、新宿区西新宿において開発中の分譲マンション「パークタワー西新宿エムズポート」（総戸数 179 戸）において、大型蓄電池制御などを行うマンション共用部のエネルギーマネジメントシステム（MEMS）と各住戸のエネルギーマネジメントシステム（HEMS）の連携や、電力需給ピーク情報に応じたデマンドレスポンスなど、マンション全体の電力を最適化する最新のエネルギーマネジメントシステムを導入する。 さらに、デマンドレスポンスによる電力使用量低減に対して居住者への電気料金割引のインセンティブを還元する仕組みを構築。これらを組み合わせたシステムの導入は分譲マンションとして初となる。 ■マンションのセールスポイント ・電力一括受電とデマンドレスポンスのインセンティブ還元、太陽光発電の活用により電気料金の削減に寄与 ・MEMS と HEMS 連携、電力需給ピーク情報に応じたデマンドレスポンスにより効率的な電力ピークカットを実現 ・停電時における MEMS による電力制御と、大型蓄電池・太陽光発電・非常用発電機による電源の複層化	三井不動産レジデンシャルホームページ プレスリリース

3. オフィスにおける活用例

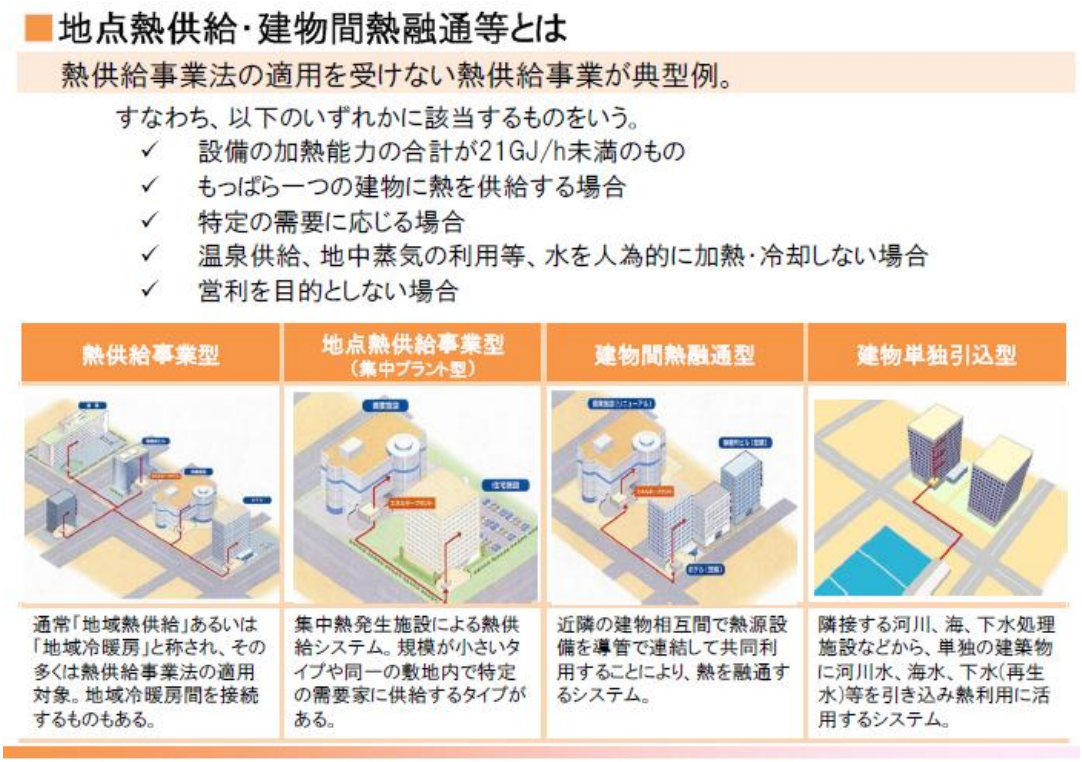
■電源・熱源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池　等

地域冷暖房の一環として、ガスコジェネ・ヒートポンプを使った熱の融通は現行法上で可能です。また電気についても、大規模オフィスについては集合住宅と同様に一括受電による融通が現行法上でも可能である。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

オフィスビルの場合、ビル全体でエネルギー管理をすることが多いため、集合住宅以上にＥＶ等の蓄電池を負荷変動に活用しやすくなります。また、ＥＶ自体を集合住宅の住民で共有する「カーシェアリングサービス」の提供も可能である。

地点熱供給・建物間熱融通の仕組みとタイプ



（出所）経済産業省「まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用に関する研究会」第１回資料

災害時に対応したエネルギーシステムを導入したオフィスビルの事例（１）

事例名	概要	出所
停電時用ガスコジェネを完備したオフィスビル	虎ノ門・六本木地区で開発中の大規模複合ビル「アークヒルズ仙石山（せんごくやま）森タワー」に、都市ガスで電気を作る大型の非常用発電機を２基装備した。平時は東京電力から受電し、停電時にこの発電機を作動させる。ビル全体の想定最大電力の約 85%、オフィス専有部についてはほぼすべての電気を賄えるという。 使用する「中圧ガス」と呼ぶ都市ガスは、大地震でも壊れにくい導管を引く。東電の停電が復旧するまで代替となる電気を作り続けることができる。同社によると、停電時に共用部の電気を自家発電するビルはあるが、都市ガスで電気を作ってテナント専有部にも十分な電力を供給し続けるのはまだ珍しいという。 同社は東日本大震災後、企業の事業継続計画（ＢＣＰ）への関心の高まりを受け、開発中だった同ビルの発電設備の大幅拡充を決定。約７億円を追加投資した。「高額の投資だがビルの競争力向上に必要だ。テナントの引き合いは強い」としている。	2012/06/12 日本経済新聞

災害時に対応したエネルギーシステムを導入したオフィスビルの事例（２）

事例名	概要	出所
森トラストが仙台での震災経験を活用したオフィスビルを開発	森トラスト株式会社は東京都中央区京橋一丁目にて建設を進めていた「京橋ＯＭビル」において、東日本大震災おいて仙台の保有物件での様々な経験から得た知見を活かして、『防災性能の再構築』を行った。 具体的には非常用発電機容量は２倍強とし、供給時間も法定時間から最大４８時間へ大幅延長したほか。また、震災井戸も追加し、停電・断水時でのビル内トイレの利用を可能にした。また、 先進技術の採用による『省エネ』、非常用発電機の実装や壁面に設置した太陽光パネルによる『創エネ』に加え、太陽光発電と蓄電池による『蓄エネ』を新たに追加し、再生可能エネルギーの災害時利用の実用化を目指している。	2012/10/10 日経速報ニュースアーカイブ
ＮＥＣ、来年度に玉川事業場スマート化	ＮＥＣは２６日、グループを挙げて２０１０年度から推進する「環境経営行動計画２０１７／２０３０」の今後の取り組みと、２年目となる１１年度の進捗（しんちょく）状況を発表した。新たな取り組みとして、玉川事業場（川崎市）のスマートコミュニティー（未来型環境地域）化を決めた。同事業所と府中事業場（府中市）で実験中の蓄電・充電統合システムの実証結果を踏まえ、１３年度から玉川事業場において太陽光発電や地中熱などの再生可能エネルギー関連設備の整備に着手する。「玉川事業場にはオフィスビルや厚生施設、工場などがあり、一つの街のようだ」（堀ノ内力ＣＳＲ環境推進本部長）という。構築・運用ノウハウは製品に反映させる考えだ。 このほか温室効果ガス排出量の算定・報告の世界的な基準「ＳＣＯＰＥ３」への対応を強化。１２年度から部材調達先３０００社を対象に、二酸化炭素（ＣＯ２）排出量の把握への協力を求める。	2012/06/27 日刊工業新聞

4. 商業施設における活用例

■電源・熱源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池

地域冷暖房の一環として、ガスコジェネ・ヒートポンプを使った熱の融通は現行法上で可能です。また電機は、大規模商業施設については集合住宅と同様に一括受電による融通が現行法上でも可能である。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

商業施設の場合は、災害時の必要な機能を維持する観点からも、蓄電池の導入は特に重要と言える。ただし商業施設に導入する電気自動車は、主に来客者へのサービスの充実の観点から充電スタンドが導入されるものであり、集合住宅やオフィスと異なり、停車中の電気自動車を再生可能エネルギーの負荷変動の安定化に利用することは難しい。

再生可能エネルギーの利活用を推進する商業施設の事例

事例名	概要	出所
2020 年度に向けた「イオンの eco プロジェクト」	イオンは、同社が有する日本最大規模の１,０００万㎡以上の商業敷地面積を活用して、２０２０年度までに一般的な家庭のおよそ４万５千世帯分の年間消費電力をまかなう、小売企業としては世界最大級の２０万ｋＷクラスの太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーを創出する設備を導入する。 現在、イオンは太陽光パネルを１６０店舗に設置、合計で１.３万ｋＷの創電能力を有しているが、これを２０１４年度までに１０万ｋＷに拡大するとともに、２０２０年度までにさらに１０万ｋＷの創電能力を設け、合計で２０万ｋＷの創電能力の構築を目指す。 また、本年７月より開始された再生可能エネルギーの全量買取り制度を利用し、売電収益については、再生可能エネルギーへの再投資やＥＶ（電気自動車）充電設備、自家発電設備（コジェネ発電機）などの拡充に充当いたします。加えて、太陽光以外の再生可能エネルギーの活用にも挑戦していく。	イオングループホームページプレスリリース

イオンモール草津（滋賀県）に設置されている太陽光発電の様子

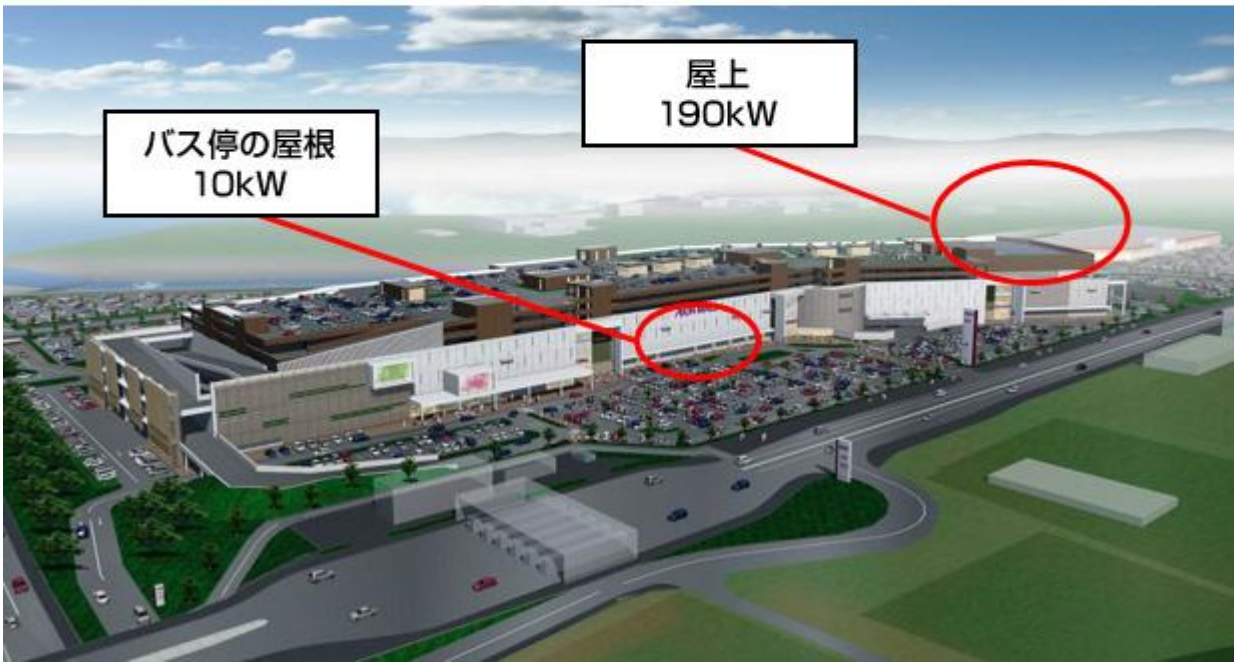
・設置容量　　：200kW

・太陽電池パネルの設置枚数：合計 1,120 枚（屋上 1,064 枚、バス停屋根 56 枚）

・固定価格買取制度などで売電し、売電で得られた資金を再生可能エネルギーへの再投資やＥＶ充電設備、自家発電設設備（コジェネ発電機）などの拡充に充当。

屋上の太陽電池パネル（190kW）

バス停屋根の太陽電池パネル（10kW）



（出所）イオンモール草津ホームページ

5. 工場における活用例

■電源・熱源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池・木質バイオマス

工場については、熱需要が旺盛な場合は、ガスコジェネや燃料電池、バイオマスの石炭等との混燃による熱・電気の発電が考えられる。また太陽光発電については近年、規制緩和で屋根上のＰＶが、工場立地法上の「緑地」として認定されることになったため、今後普及が進むことが見込まれる。

このように工場では、電気と熱を合わせて活用することで、操業に必要な電力量を賄うことができる可能性があるほか、「特定電気事業者」として一部の需要家に電気を融通する可能性もある。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

蓄電池の導入は、製造プロセス上、電源の切断が許されない工程上の機械のバックアップする上で、非常に重要な存在と言える。

また電気自動車の導入についても、社用車として活用する場合は、その蓄電池を負荷変動に活用しながら、工場や工業団地全体のエネルギー管理を行っていくことも可能です。また、ＥＶ自体を工場の従業員や工業団地の構成員で共有する「カーシェアリングサービス」の提供もできる。

再生可能エネルギーの利活用を推進する工場･倉庫の事例

事例名	概要	出所
エネルギー消費、地域で２割削減、宮城で計画、トヨタ試算。	トヨタ自動車は、子会社のトヨタ自動車東日本（宮城県大衡村）の宮城大衡工場（同）を中心にして地域でエネルギーを効率的に使う構想について、エネルギー消費を約２割削減できるとする試算を明らかにした。自家発電機の排熱を隣接する植物工場で再利用してエネルギー効率を高める。９月をメドに詳細な事業計画をまとめる。 宮城県が主催した講演会でトヨタの近藤元博・総合企画部企画室長が「Ｆ―グリッド構想」の概要を説明した。 同構想は宮城大衡工場に設置したコージェネレーション（熱電併給）設備と、今後導入する太陽光発電装置で使用電力を賄い、近隣の工場や村役場にも電力を供給する計画。 電力はトヨタ紡織東北（岩手県北上市）の宮城工場、建設中のトヨタ東日本学園、豊田通商の関連会社が建設する植物工場に供給する。植物工場には熱電併給設備から出る温水も温室の暖房に活用する。一連の取り組みで１８％の省エネ、２５％の二酸化炭素（ＣＯ２）排出量の削減ができるという。災害時は大衡村の村役場や公民館、小学校にも電力を供給する。	2012/07/19 日本経済新聞　地方経済面（東北）
３工場で太陽光発電、ユニ・チャーム、大半を売電。	ユニ・チャームは国内主力３工場に大規模な太陽光発電システムを導入する。総出力は合計５２００キロワットで約１６００世帯分の消費電力量に相当する。７月に始まった再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度を活用して大半を売電する。２０１３年３月に稼働する計画で年間約１億円のコスト削減を見込む。 投資額は約１３億円。製造子会社のユニ・チャームプロダクツ（香川県観音寺市）の福島（福島県棚倉町）、静岡（静岡県掛川市）、四国（香川県観音寺市）の３工場に導入する。 施工と保守は三菱電機システムサービス（東京・世田谷）が担当する。総数約２万枚のパネルを工場の屋根に設置する。年間発電量は６００万キロワット時。「民間企業としては比較的規模の大きな施設になる」（ユニ・チャーム）という。 当初は発電した電気の大半を売電に充てる計画だが、電気料金が値上がりすれば工場内で利用することも検討する。	2012/08/27 日経流通新聞

6. 農業における活用例

■電源・熱源：　太陽熱・地中熱・小水力・バイオマス

ハウス栽培を実施するために必要な熱や電気を、再生可能エネルギーを活用して供給することができます。また電気については、余剰な電気を売電していく。

さらに稲・麦などの穀物から出る植物残渣を、バイオエタノールやバイオガスにして、熱・電気などのエネルギーとして有効活用することも可能である。特に福島県の放射能汚染が深刻なエリアにおける、新しい農業の形態として一考の余地があると考えられる。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

農作業時に必要な電源を、既存のディーゼル発電から置き換え、ＥＶや電動のトラクターから供給を受けることが考えられる。

再生可能エネルギーを活用した農業の事例

事例名	概要	出所
レタスを初出荷　被災地の農業再生へ、陸前高田の植物工場	被災地の農業再生をめざし、陸前高田市米崎町に建設されたドーム形植物工場で４日、レタス初出荷と工場のお披露目会があった。 運営するのは神奈川県秦野市の有限会社グランパファーム。工場は直径２９メートルのドームで、８棟ある。中の円形水槽でレタスを水耕栽培する。一つのドームで毎日、約４５０株ずつ収穫できる。 年間を通じて栽培できるうえ、室温や水温管理に太陽光と地下水を活用しており、従来のドームより２割ほど消費電力を削減できる見込み。経済産業省の実証事業で、県の産業再生特区の指定も受けた。被災者１７人を雇用している。	2012/08/05 朝日新聞
トヨタ自動車・豊田通商が大衡村で太陽光を使った植物工場を建設しパプリカを生産	トヨタ自動車は２０１２年５月、カローラなどを生産するトヨタグループのセントラル自動車宮城工場（宮城県大衡村）の隣接地に、セントラル自動車や豊田通商とパプリカを栽培・生産する太陽光利用型植物工場の建設を開始した。２０１３年１月から稼働を始め、栽培面積１・８ヘクタールで生産量は年３１５トンを予定している。 周辺の栗原市には、豊田通商の関係会社である豊通アグリが出資する農業生産法人「ベジ・ドリーム栗原」のパプリカを生産する植物工場がすでに２カ所ある。輸入品が約９３％を占めているパプリカ国内市場で、同社の生産量は国内１位とみられ、今回新設する植物工場を合わせせると生産能力は現在の年８４０トンから年１１５５トンまで拡大する。	2012/09/04 週刊エコノミスト
バイオエタノール：製造技術、放射性物質除染に活用　松江のＮＰＯ、福島で実験	松江市のＮＰＯ法人「しまねバイオエタノール研究会」は１３日、バイオエタノール製造技術を福島県内の放射性物質の除染に活用する実験を始めたと発表した。東京電力福島第１原発事故の影響で出荷できない水稲をエタノールに精製し、現地の作業車の燃料として活用。精製過程でできる搾りかすを燃やして発電する計画で、被災地におけるエネルギーの“地産地消”を目指す。 研究会などは、水稲が土壌のセシウムを吸収していることに着目。１１年産米を福島県内の牧場に置いた研究会開発の装置でエタノールに精製。搾りかすは同県いわき市のガス化炉で燃やし発電に利用する。燃焼でできるタールと排気に含まれるセシウムは、新開発の除去装置で取り除くという。また、吸収率が高く、バイオエタノールの原料になるイネ科の「スイートソルガム」を田畑で栽培し、土壌を除染する計画も立てた。 全域が警戒区域に設定されている同県富岡町との連携も目指す。研究会の和泉敏太郎・理事長は「エタノールは、警戒区域内の除染に使う作業車の燃料にもなる。発電に結びつけることで、新たな雇用も生み出す」と意義を語る。	2012/06/14 毎日新聞

7. 畜産業における活用例

■エネルギー供給源：　バイオエタノール・バイオガス

糞尿などの残渣を、バイオガスなどにして、熱・電気などのエネルギーとして有効活用することが考えられる。バイオガス化していくことで、単に熱・電気を取り出すことができるだけでなく、糞尿などの消臭化を図られるため、従前に消臭のために使っていた化学肥料の購入費削減にもつなげることが可能となる。

■蓄電池・電気自動車の活用方法

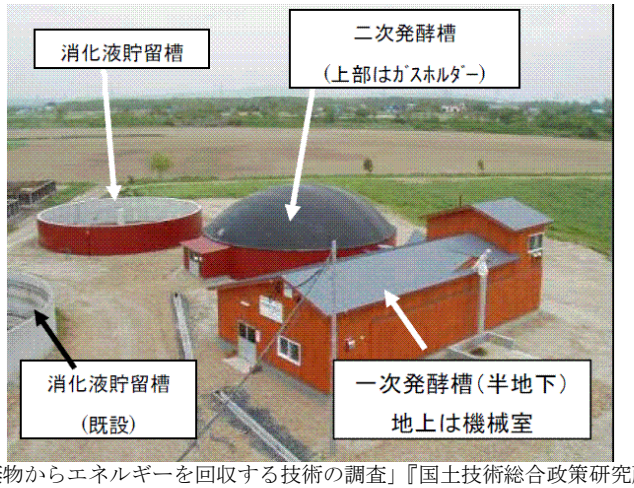
農作業時に必要な電源を、既存のディーゼル発電から置き換え、ＥＶや電動のトラクターから供給を受けることが考えられる。

畜産バイオガスプラント導入企業の事例（町村牧場）

■事業主体

・牛乳、アイスクリーム、ソフトクリーム等を製造・販売する乳業メーカー。
・乳牛飼育数は 380 頭。うち搾乳牛は 190 頭。農場内にミルクプラントを併設しており、バイオガスプラントで発電する電力のほとんどを自家消費する。

町村農場のバイオガス発電プラントの外観



（出所）村野昭人・鈴木武「廃棄物からエネルギーを回収する技術の調査」『国土技術総合政策研究所飼料　No.197』2004 年 12 月

■バイオガス発電プラント導入の特徴

①糞尿による臭気対策として実施

・農場の移転を契機に、糞尿による臭気への苦情が近隣より生じる。臭気の抑制・解消に向けた各種検討の中から、効果が見込まれるバイオガス化技術を採用する。
・エネルギーの利用は、二次的な目的であり、同農場では、「プラント設備は、発電所ではなくふん尿処理施設だという認識」を持っている。
・導入後は臭気に関しての大きな問題は生じておらず、所期の目的が達成されている。

②全額自己資金により設備投資を実施

・補助金等は、利用していない。バイオマス発電プラントの設備投資は、全額自己負担により対応している。

③総合的にみた費用対効果は均衡

・バイオガス発電により購入電力量が削減されたほか、副産物として生じる消化液を肥料として牧草地等に使用することで化学肥料の購入の削減効果も得られている。これらによる金銭面での費用対効果は、収支均衡の状況にある。

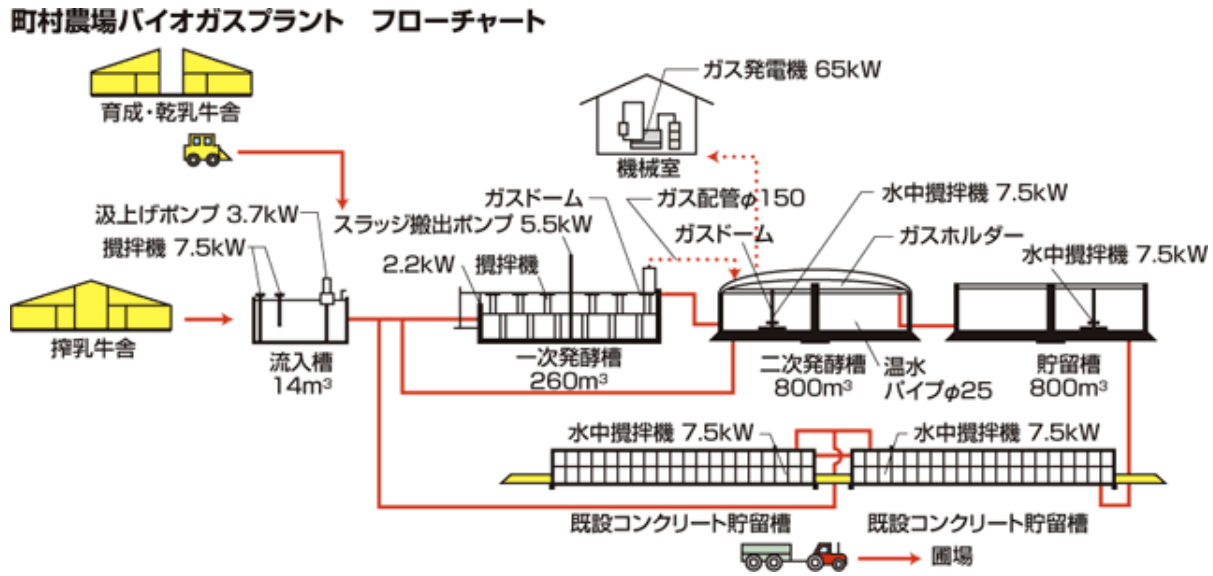
バイオガス発電プラントによる費用対効果

項目		費用および効果（年間）	備考
費用	**初期投資**	約 400 万円 （減価償却費）	初期投資の総額　1 億 3,000 万円
	人件費	---	プラント運営のための担当者は不要であるとし、置いていない。
	維持管理費	300 万円程度	
	計	700 万円程度	14～15 年程度で、初期投資回収の見込み

効果	**電力の売電**	ほとんどなし	深夜を中心に余剰電力が発生 グリーン電力証書システムの発電事業者として登録
	電力の自給（自家発電）	400 万円程度	発電機を 1 日に約 20～24 時間稼動 月に約 4 万 kWh 発電 農場施設での使用電力の約 6 割を賄う 月間 30～40 万円、年間にして 400 万円程度の節約
	消化液の利用 （化学肥料の購入削減）	300 万円程度	化学肥料の購入が約 3 割削減
	悪臭の抑制	*効果大*	
	合計	700 万円程度	

（出所）各種資料より作成、http://www.cornes-biogas.com/voice/index.html

町村農場でのバイオガス発電プラントの概略の仕組み



（出所）NEDO 資料による（http://www.nedo.go.jp/nedohokkaido/kitanodaichi/jirei/bi08.html#）

町村農場でのバイオガス発電プラントの概要

名称	バイオガスプラント施設
設備規模	処理方式　湿式中温発酵方式（38℃） 処理量　15m3／日 発酵層の容量　1,060m3 発生ガス量　660m3／日 脱臭処理　生物方式 排水処理　特になし（液肥（消化液）として牧草地に散布） 運営人員　１人（常時はりついてはいない） プラント販売会社　㈱コーンズ（香港系商社） 設計・施工　コーンズ・シュマック・バイオガス㈱（コーンズとの合弁会社） 製造メーカ　ドイツの Schmac 社製
発電方式	出力　65.0kW×1 機 発電方式　軽油併用式ガスエンジン発電機 （デュアルフューエル型（燃料補給型）） バイオガス発電電力量　1,300～1,400kWh／日 排熱利用　場内利用、発酵槽の保温、ロードヒーティング
投資規模	建設費　約 1 億 3,000 万円 うち　設備費　6,850 万円（土建工事除く） 発電、熱利用関係　4,000 万円 すべて自己資金でまかなう 減価償却は、14～15 年 （出所）エンジニアリング振興協会 2004 年報告書「再資源化ビジネスの可能性に関する研究」
運転体制	プラントは自動運転である。 運転・維持管理は、同農場の経営者が 1 名で対応している。 毎日の作業内容は、以下。 ・朝晩の起動スイッチの操作 ・軽油タンク内の軽油残量の管理と手配 プラントメーカにより遠隔監視もされている。 プラントメーカでは、月 1 回程度、定期的に発酵液を採取・分析し、運転アドバイスを行っている。
維持管理費	用役費（軽油代）　157 万円／年 保守補修・消耗品費　58 万円／年 合計　215 万円／年（出所）エンジニアリング振興協会 2004 年報告書「再資源化ビジネスの可能性に関する研究」
ガスエンジンの概要	メーカ　ハンス-ユルゲン　シュネル社（ドイツ） 出力　65kW 使用燃料　バイオガスおよび軽油の混合燃料 大気汚染物質低減設備　特になし

8. 漁業における活用例

■エネルギー供給源：　太陽光発電・小型風力発電・バイオエタノール

太陽光発電・小型風力発電などを船に設置して、蓄電池に蓄電しながら非常時の動力を確保する形が想定できる。また、バイオエタノールを動力として使用することも考えられる（ただし、あらかじめエタノールを確保しておく必要があります)。

■蓄電池・電気漁船の活用方法

漁船を電動化することで、搭載する蓄電池を通じて沖合・遠洋漁業時に船員の生活に必要な電源を供給していくことができるほか、再生可能エネルギーとの組み合わせで持続的な電源供給も想定される。

漁業での再生可能エネルギー導入事例

事例名	概要	出所
パワーバンクシステムが養殖事業に太陽電池を活用する仕組みを実証実験	熊本県水俣市は来年２月をめどに、水俣湾のかき養殖場に計 900 ワットの極薄太陽電池を導入。パワーバンクシステム（同県八代市）が、太陽電池を塩や水に強い封止材で覆う加工を施したうえで、養殖いかだ２台に設置する。かきに酸素を供給する装置や、水温などの養殖データを取得する機器に電力を利用する。	2011/12/7 日本経済新聞
海運・水産も脱石油貨物船にＬＮＧ、電池で漁船稼働	海運業界や水産業界が燃料を石油に依存しない船舶の導入に動き始めた。海運大手は液化天然ガス（ＬＮＧ）や太陽光の活用に着手。水産ではリチウムイオン電池を使った漁船の導入が広がる。原油高に伴う燃料費上昇を抑え、環境規制の高まりにも対応する。脱石油依存の流れが自動車から船に広がってきた。 日本郵船は重油より二酸化炭素（ＣＯ2）の排出量が少ないＬＮＧを貨物船に利用する研究を始めた。「重油高や環境規制を見据える」（三木賢一経営委員）としてプロジェクトチームを設けた。商船三井は太陽光パネルとリチウムイオン電池を搭載した自動車船を三菱重工業やパナソニックと開発、６月の完成を目指す。運航中に太陽光で発電し、リチウムイオン電池に蓄える。 システム開発のアイティオー（愛媛県宇和島市）が船底の電池でモーターを動かす漁船を開発した。ＮＴＴデータのグループ会社と提携し、充電設備の導入、ＣＯ2 削減量を算出するシステムの構築を進める。	2012/02/28 日本経済新聞電子版
電動漁船の港、共同提案　アイティオー、ＮＴＴ系と提携	電動漁船開発のアイティオー（愛媛県宇和島市、伊藤清重社長）は、ＮＴＴデータ子会社のＮＴＴデータカスタマサービスと提携した。国内の漁港向けに、電動漁船関連の設備を備える「次世代漁港」を共同で提案する。 両社が提案する次世代漁港は、電動漁船の充電設備や太陽光・風力発電設備、蓄電池を備える。これらの設備・機械を一括制御する新システムを構築する。 アイティオーは水産庁からの委託を受け、2010 年度から電動漁船の実証事業を進めている。11 年度は北海道、三重県、沖縄県で実験している。	2012/01/07 日本経済新聞電子版

アイティーオー株式会社とNTTデータカスタマサービス株式会社の業務提携

提携事業分野の範囲及び内容

■アイティオー
① 電動漁船の普及に関する分野
② 電動漁船の技術開発ならびに環境整備
③ 漁業設備の電動化に関する開発業務

■ＮＴＴデータカスタマサービス
① 電動船に応じた最適な充電インフラ（普通・中速・急速）の選択
② 太陽光・風力発電など再生可能エネルギーと蓄電池を組み合わせた自立分散型の充電インフラ構築
③ 電動漁船の充電インフラに対するエネルギー制御・最適化システムの提供
④ 漁業設備の電動化に関する共同開発ならびに共同事業化の推進

（出所）インターネットコム　http://japan.internet.com/webtech/20111219/4.html

9. 公共施設における活用例

■電源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池・蓄電池

学校・公民館等については、太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池の活用などが実際に行われている。また震災後は、停電時に電源を確保するためのリスク分散の観点からも、再生可能エネルギーの導入が盛んに進められている。

さらに下水汚泥を集めてメタン発酵でガスを発生させたり、固形燃料化した上で、コジェネレーションで熱と電気を周辺施設に供給することが考えられる。

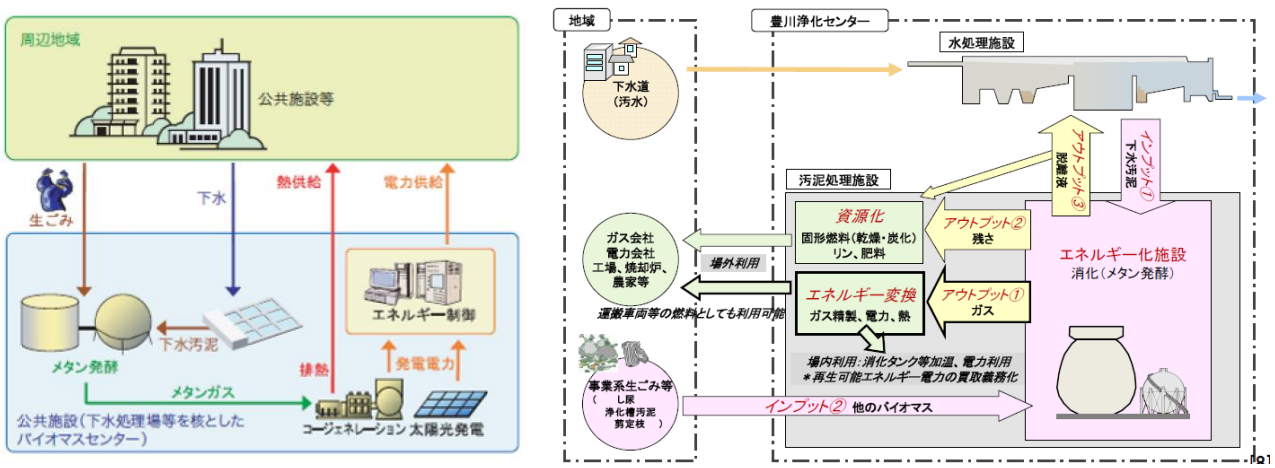
■電気自動車の活用方法

学校や行政で所有する公用車をＥＶ化することで、緊急時の非常用電源として活用することができる。また、下水汚泥の運搬車などをＥＶした上で、運搬の際の電気に処理場のコジェネレーションによって発生する電気を活用することも想定される。

公共施設での再生可能エネルギー導入事例

事例名	概要	出所
県　豊川浄化センターにバイオガス設備導入検討	愛知県建設部は、豊川浄化センター（豊橋市新西浜町１ノ３）に下水汚泥を利用したバイオガス精製設備の導入を検討している。官民連携（ＰＰＰ）による事業化を前提にしており、２０１２年度はＰＦＩやＤＢＯなど事業手法の検討を進める。 10～11 年度にわたり、学識経験者や関係市を交えた検討委員会を開催し、下水汚泥を減容化する過程で発生するバイオマス（再生可能な有機性資源）と地域で発生するバイオマスをバイオガス化し、エネルギーとして利用する可能性を検討してきた。 ＰＰＰを前提としているため、民間企業 10 社に事業採算性と環境負荷低減が両立するか、アンケートを実施した結果、６社から８システムの提案があった。下水汚泥に家庭ごみや食品残さを混ぜることで、より効率的にガスを発生させることが可能となるが、産業廃棄物と一般廃棄物を一緒に処理することが行政手続き上、想定されていないため、まずは下水汚泥だけでの事業化を前提に提案を評価した。 その結果、４システムが現在の汚泥処理よりもコストが安くなり、かつＣＯ２排出量も減らすことができるとの結論を得た。精製したバイオガスは、ガス発電に利用するほか、企業や家庭にそのまま供給することなどを想定している。	2012/07/19 建通新聞 （中部版）

公共施設等での利用を想定した豊川浄化センターの下水汚泥を使ったバイオガス実証実験



（出所）愛知県環境審議会廃棄物部会「下水処理場を核とした地域バイオマス利活用の検討」

10. 病院における活用例

■電源：　太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池

病院については、太陽光発電・ガスコジェネ・燃料電池の活用などが実際に行われている。

ただし太陽光発電を使用した電気を病院で使用する精密機器に使う時には、より品質の高い安定的な電気を供給する必要があるため、太陽光発電については負荷変動対策を徹底する必要がある。したがって、太陽光発電だけでなくその他の安定電源との組み合わせることが重要である。

■電気自動車の活用方法

病院が所有する公用車をＥＶ化することで、緊急時の非常用電源として活用することができる。

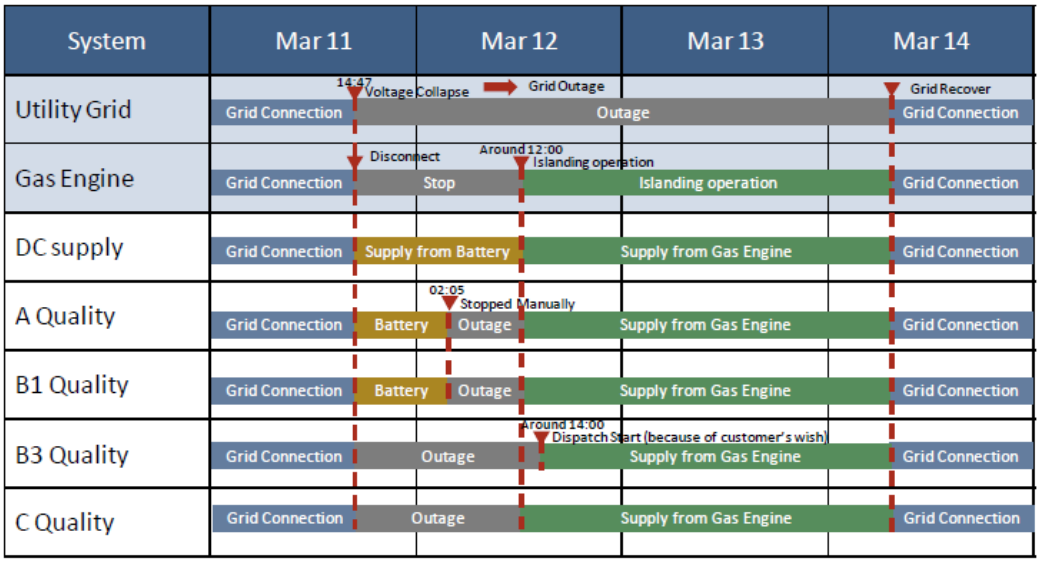
東北福祉大学国見キャンパスに導入されているエネルギー関連設備

機器名	仕様	台数
ガスエンジン 発電機	発電出力：350kW 燃料　　：都市ガス（13A） 設置年　：2006年	2台
溶融炭酸塩型 燃料電池 （ＭＣＦＣ）	発電出力：250kW 燃料　　：都市ガス（13A） 設置年　：2006年	1台 （2010年3月撤去）
太陽光発電	発電出力：合計50kW	1セット

- 東北福祉大学では、NEDO の「品質別電力供給システム実証研究事業（H16～H19 年度）」を通じて、商用電源と新エネルギー（ガスエンジン発電機・燃料電池・太陽光発電）を併用しながら、需要家の電力品質ニーズに応える「品質別電力供給システム」の有効性を立証するための実験設備を導入。
- このシステムのおかげで、東日本大震災においても商用電力が停電している中、ガスエンジンの出力の範囲内での電源供給が可能であった。

（出所）一般財団法人　コージェネレーション・エネルギー高度利用センター　ホームページ

系統停電時における東北福祉大学の電力供給の運用実績



（出所）NEDO Microgrid Case Study「ケーススタディ：東日本大震災直後の仙台マイクログリッドの運用経験」

11. 公共交通における活用例

■電源：　太陽光発電

都市交通システムの１つとして、太陽光パネルを設置して充電をしながら走行するバスが実証段階に入っている（例：三洋電機×両備バス）。また青森県七戸町では、電気自動車の普及促進や観光振興と環境対策を目的に、電気自動車の普通充電器・急速充電器と、電気バスが納入された。電気バスは七戸町のコミュニティバス路線として運行されている。

さらに車両だけでなく、バス停の行き先案内・到着案内を各停留所の再生可能エネルギー（太陽光発電）による電気で稼働させることも想定される。

またＥＶバスの運行が、バス運行情報システムと一体化されることで、バス車内での各種案内の高度化も実現することが可能である。例えば、郊外のバス停にＥＶの充電スタンドを設置し、「パーク＆バスライド」を誘導することも想定されます。さらに、バスに一定回数以上乗車すると付与される「ポイント」で、バス車内での無料充電サービスとして提供することも考えられる。

世界初の太陽光発電を搭載したバス“SOLARVE(ソラビ)”

（出所）両備バスホームページ

道の駅しちのへを拠点に運行される電気バスと道の駅内の電気自動車の急速充電器

（出所）七戸町ホームページ

第Ⅶ章. スマートコミュニティの全国での取り組み

～次世代エネルギー・社会システム実証事業での取り組み～

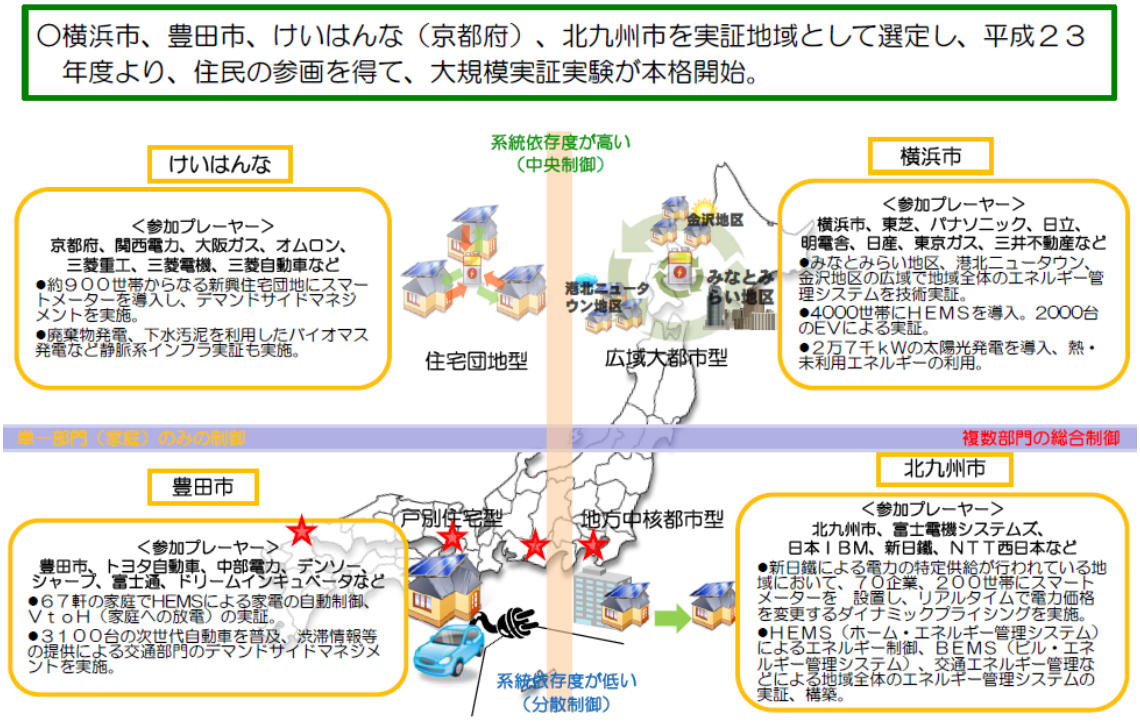
次世代エネルギー・社会システム実証事業は、平成２１年度より検討を開始し、平成２２年１月に次世代エネルギー・社会システム協議会中間報告をとりまとめ、これに基づき同年４月に実証地域として、横浜市・豊田市・けいはんな（京都府）・北九州市の４地域を選定をし、平成２３年度より実証プロジェクトを開始したところである。

次世代エネルギー・社会システム実証事業の推進経緯

○平成２１年１１月	「次世代エネルギー・社会システム協議会」の設置
○平成２２年　１月	「次世代エネルギー・社会システム協議会」中間取りまとめ
○平成２２年　４月	次世代エネルギー・社会システム実証地域（横浜市、豊田市、けいはんな学研都市（京都府）、北九州市）の選定
○平成２２年　８月	実証プロジェクトのマスタープランの策定
○平成２３年　４月	実証プロジェクトの開始

次世代エネルギー・社会システム実証事業の実証地域に選定された横浜市、豊田市、けいはんな、北九州市の４地域の実証事業の参加プレーヤーや実験の規模は以下の通りである。平成 24 年度は各地域のマスタープランに基づいて計 106.0 億円の予算額を投じるとともに、４地域共通のテーマとして市民参加型のデマンドレスポンスの検証が行われている。

次世代エネルギー・社会システム実証事業の選定地域における取り組み概要

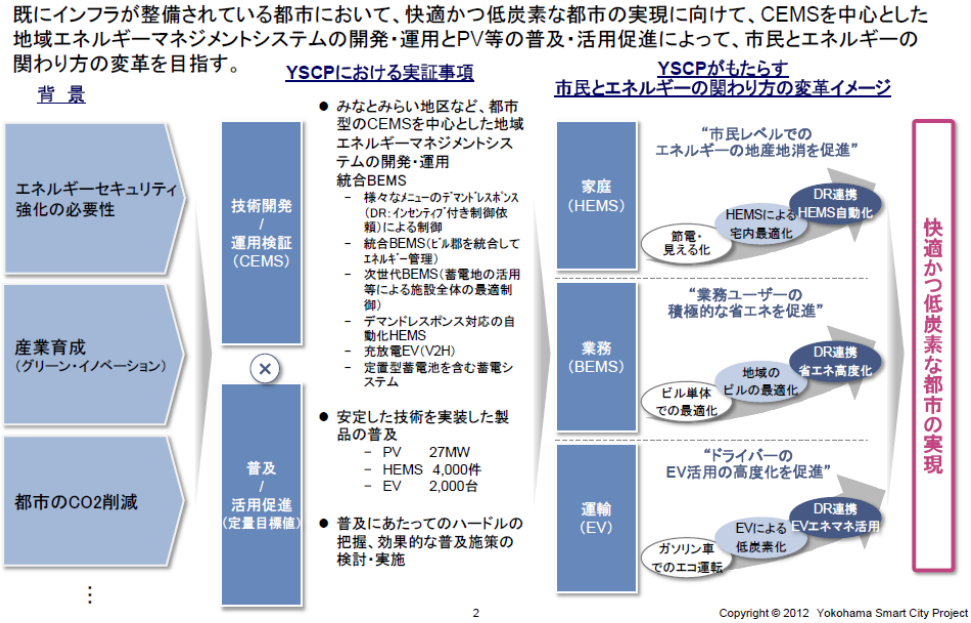


（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

1. 横浜市

横浜市の実証事業は、都市型の CEMS を中心とした地域エネルギーマネジメントシステムの開発・運用を中心に、そこにデマンドレスポンスやエネルギー制御の機能を持った HEMS・BEMS 等を組み合わせていくことで、快適かつ低炭素な都市の実現を目指している。

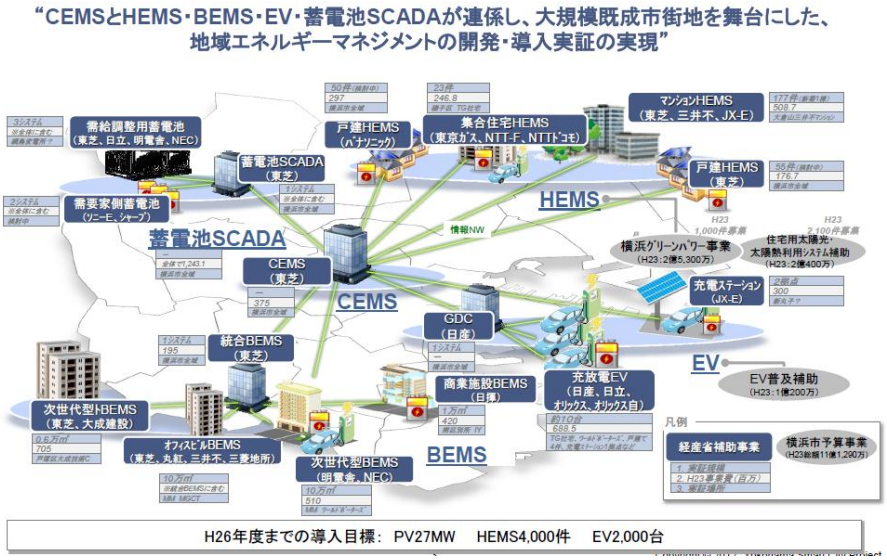
実証事業の全体像



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

実証事業の最終的な目標としては、CEMS と HEMS・BEMS・EV・蓄電池が連携した大都市既成市街地における地域マネジメントシステムを、大規模に実現させることにある。

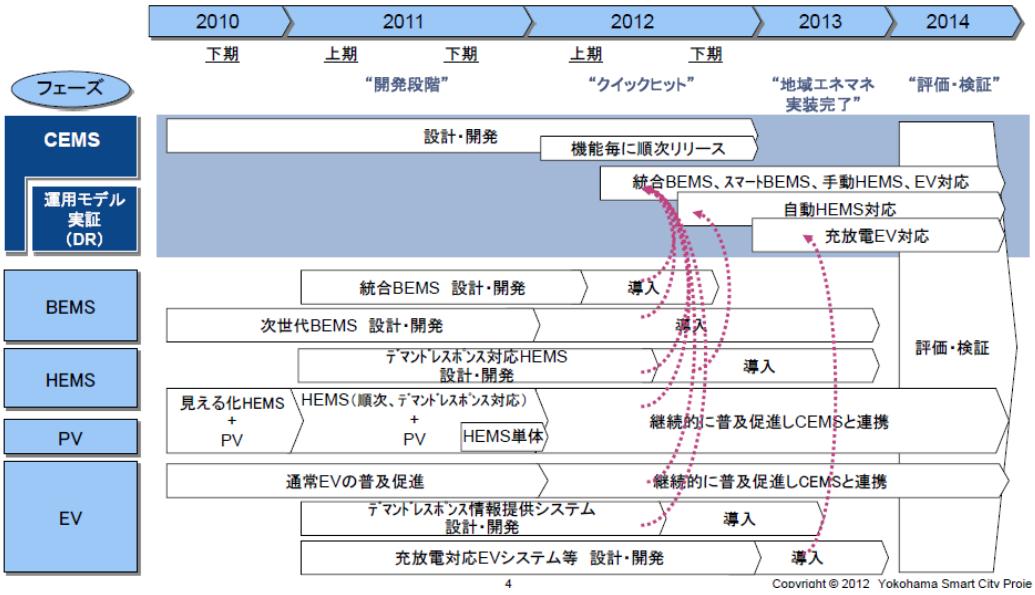
実証事業の最終イメージ



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

平成 24 年度は、メインとなる CEMS を中心とした地域エネルギーマネジメントシステムを技術的に確立し、デマンドレスポンスなどの運用モデルの確立に取り組んでいく。

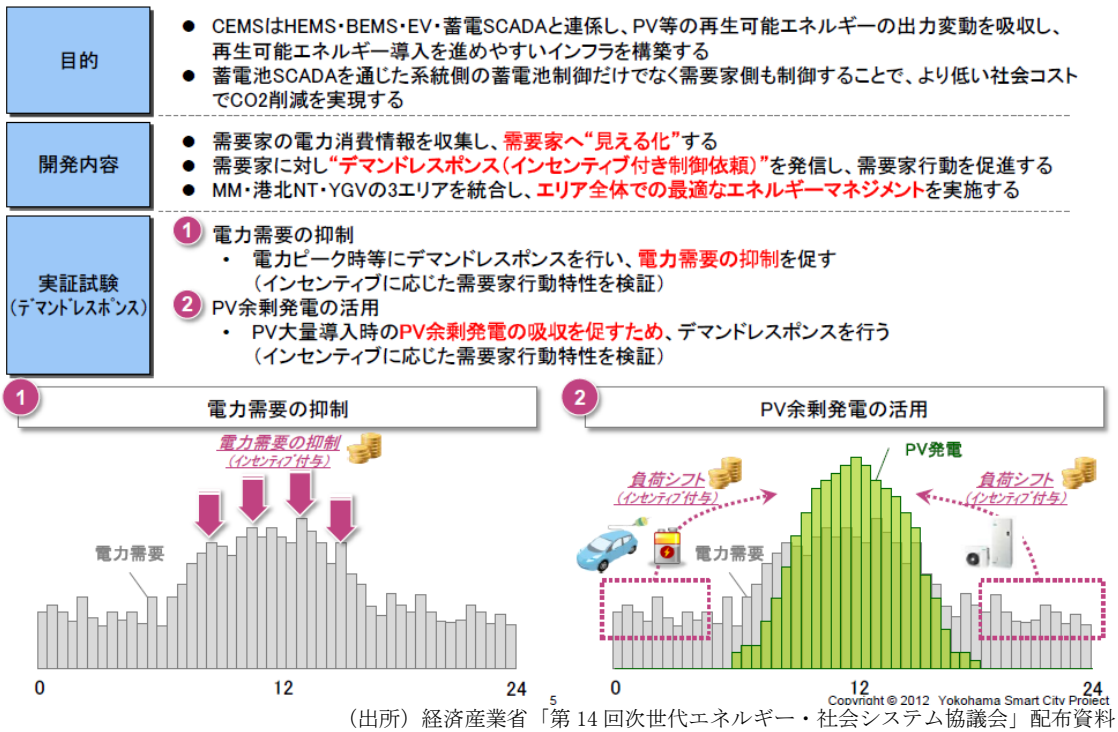
実証事業の全体スケジュールと平成 24 年度の取り組み



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

特にデマンドレスポンスについては、CEMS が HEMS・BEMS・EV・蓄電池と連携しながら、「電力需要の抑制」と「PV 余剰発電の活用」の２つの視点から行われている。

ＣＥＭＳの開発概要とデマンドレスポンスの視点



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

また、HEMS・BEMS・EV に関する具体的な実証内容は、それぞれ以下の通りである。

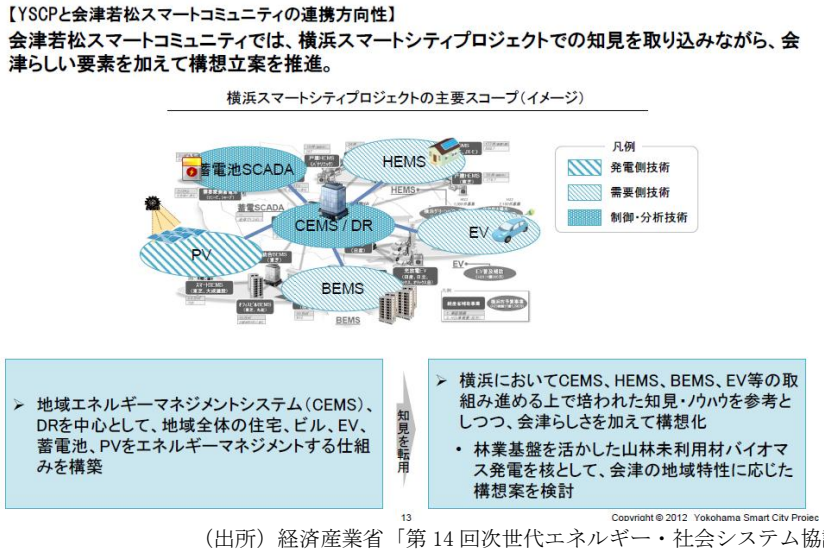
具体的な実証内容

タイプ		実証の内容
HEMS	戸建	・家庭用蓄エネによるデマンドサイドマネジメント ・HEMS と蓄電池等による各需要家の電力平準化
	集合住宅	・エネルギーセキュリティを高めた集合住宅モデル （建物内自立運転の実証） ・ガス・電力の見える化 ・電力・熱エネルギーの統合制御
	マンション	・マンション全体のエネルギーマネジメント （既築集合住宅 1 棟まるごと（16 戸）と新築マンション 1 棟まるごと（177 戸）にて実証実験）
BEMS	統合 BEMS	・大口需要家であるビルを、特定の地域でビル群として管理することで、デマンドレスポンスの対応能力を拡大 ・ビル間比較などエネルギー情報の見える化や BEMS 機能の一部をクラウドサービス等で提供
	次世代型 BEMS＋蓄電池	・インセンティブ内容に見合った自動応答 DR や施設全体の供給最適制御、複数台 EV の仮想蓄電地化 ・小型・軽量特性を有する Li-ion 電池の高電圧化・大容量化による BEMS エネルギー制御の融通性向上
EV		EV のバッテリーを蓄電装置として利用する技術を開発し ・家庭・ビル等でのエネルギーマネジメントに活用し、再生可能エネルギーの利用率向上等を図る ・再生可能エネルギーの大量導入時に必要となる、電力の安定化への活用の可能性を検証する

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

さらに、実証の成果については会津若松市のスマートコミュニティ構想にも反映させることで、東北の被災地における横展開も目指している。

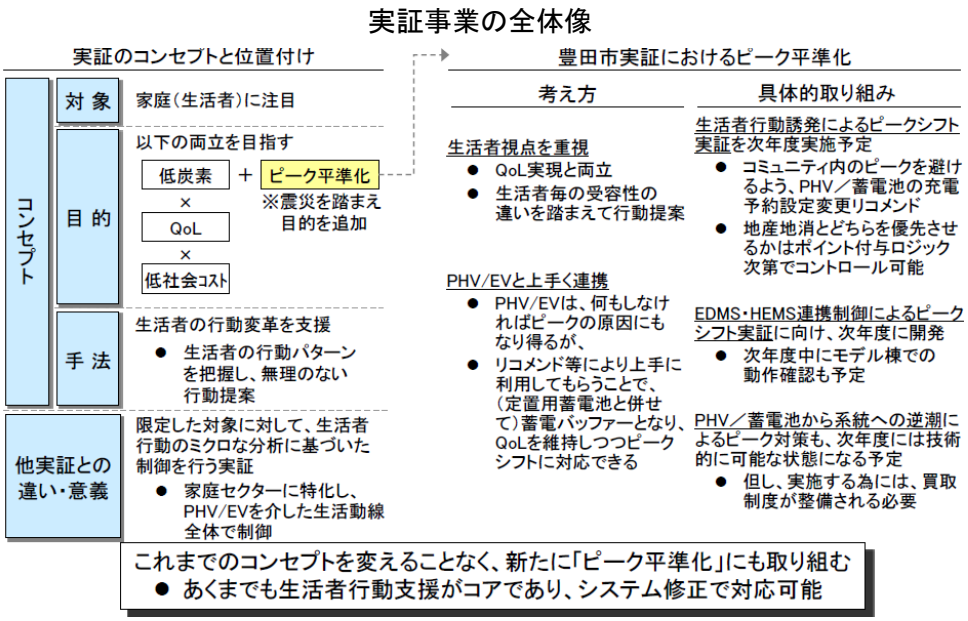
会津若松スマートコミュニティとの連携



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

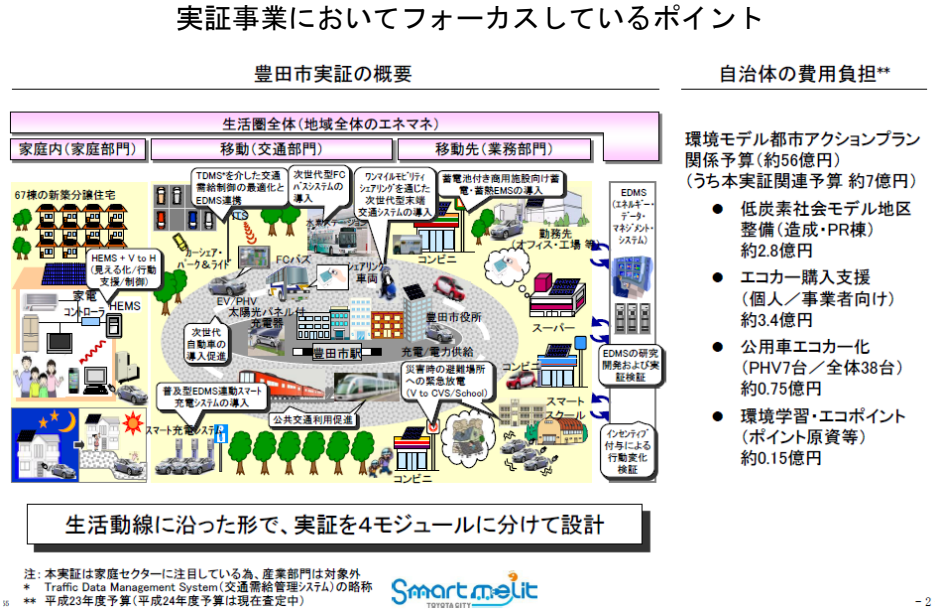
2. 豊田市

豊田市の実証事業は、家庭セクターに特化して、低炭素かつ快適で低社会コストな新しい地域づくりのモデルを構築することを目指している。さらに東日本大震災の教訓を踏まえて、新たに「ピーク平準化」という視点も追加した。



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

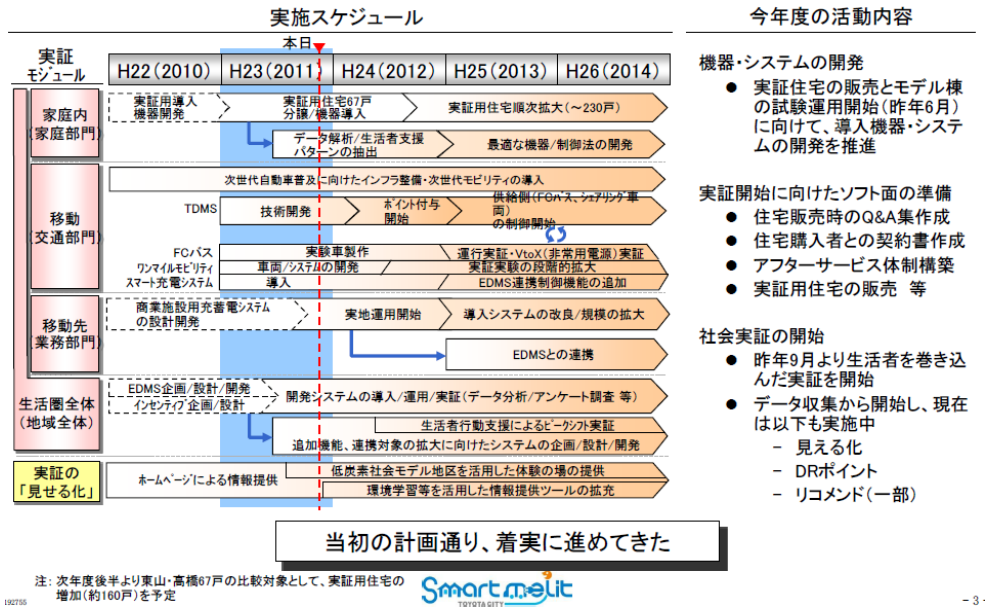
豊田市の実証事業では、「生活圏全体」「家庭内」「移動（交通部門）」「移動先（業務部門」の４つのモジュールに分けて、それぞれ最適なエネルギーシステムのあり方を検討している点が特筆される。



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

平成 24 年度は、これまでの研究成果や技術開発成果を活用して、実際に試験運用を開始するとともに、デマンドレスポンスなどの生活社を巻き込んだ実証に取り組んでいる。

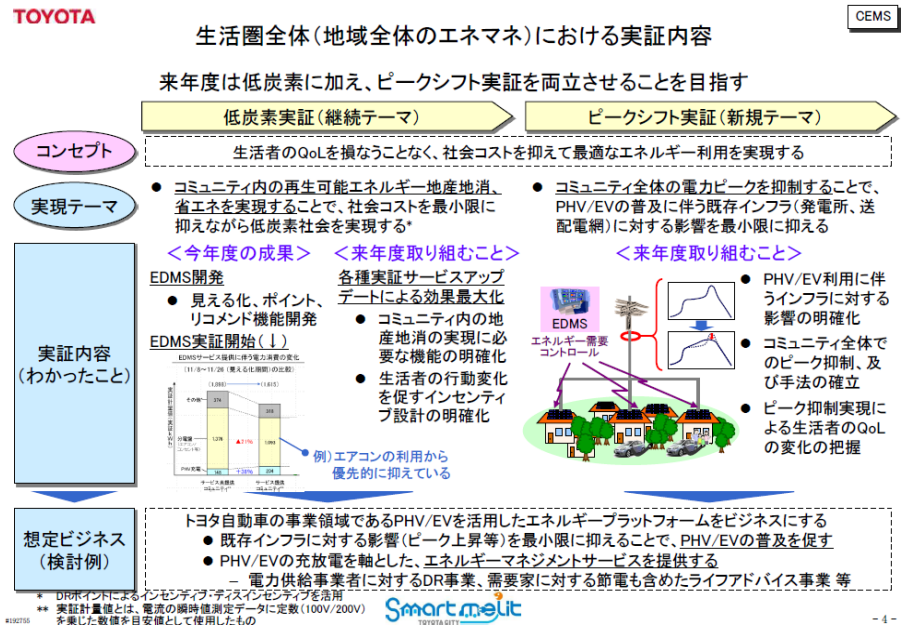
実証事業の全体スケジュールと平成 24 年度の取り組み



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

CEMS については、これまでは生活者の QoL を損なうことのない低炭素化の実現をテーマに開発が行われてきたが、ここに新たにコミュニティ全体の電力ピークを抑制するピークシフトの視点を加えて、開発・実証に取り組んでいる。

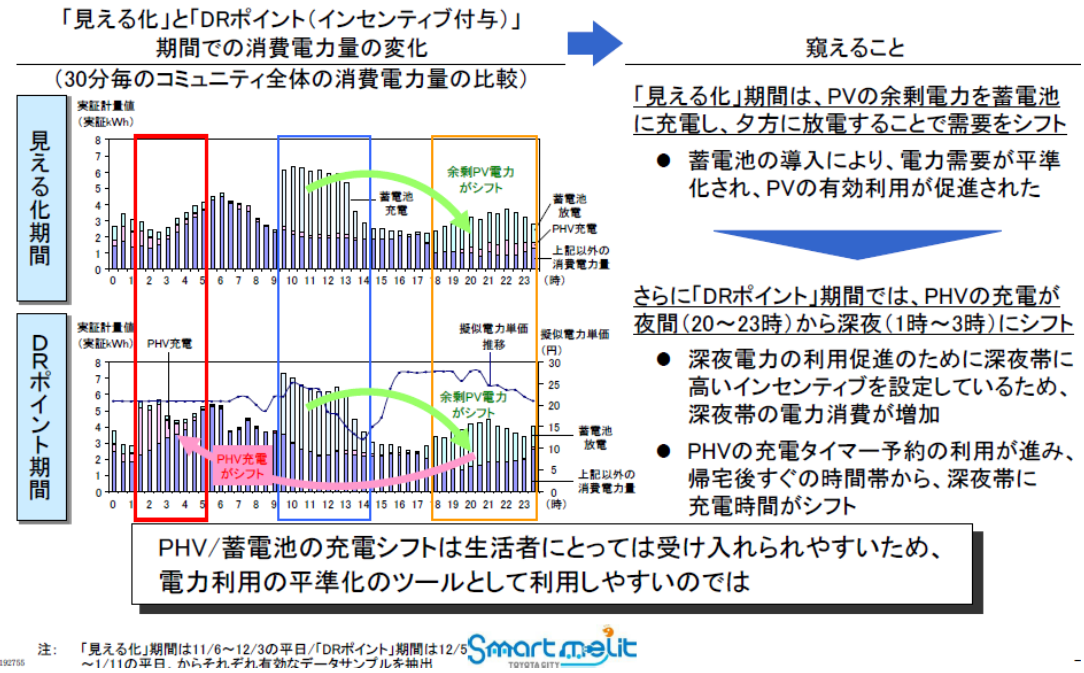
ＣＥＭＳの開発を通じた生活圏全体における実証内容



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

デマンドレスポンスについては既に実証成果も出ており、「エネルギーの見える化」と「インセンティブの付与」が、ピークシフトに実際につながったという結果が示されている。

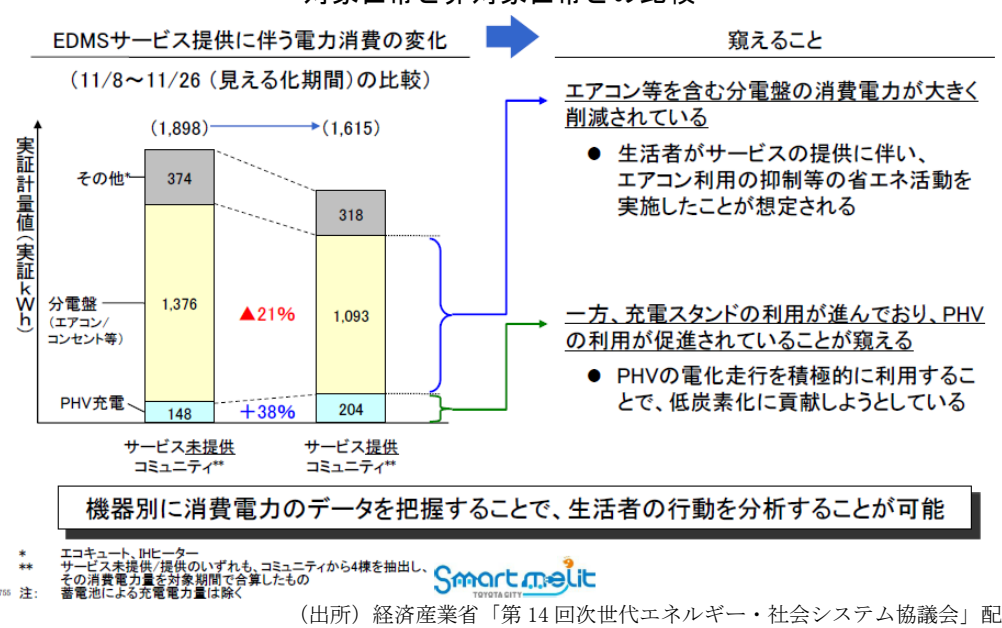
エネルギーの見える化とインセンティブ付与によるピークシフト効果



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

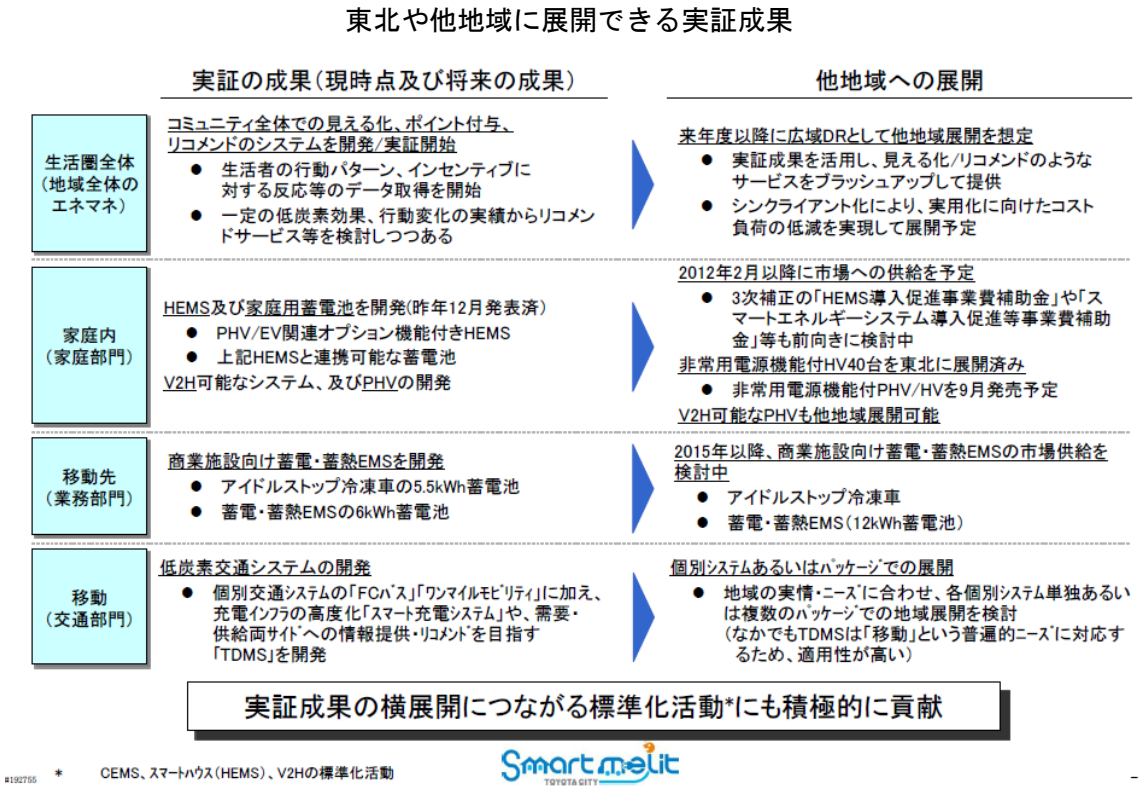
さらにデマンドレスポンスに関するサービスの対象世帯と非対象世帯を比較すると、対象世帯ではエアコン等を含む分電盤の消費電力が削減された一方、PHV への充電は増えるという結果が得られた。

対象世帯と非対象世帯との比較



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

豊田市の実証事業は、スマートコミュニティに対するニーズが顕在化している東北地方などの他地域への展開も視野に入れており、「生活圏全体」「家庭内」「移動（交通部門）」「移動先（業務部門」の４つのモジュールごとにサービスをパッケージ化する準備も進めている。

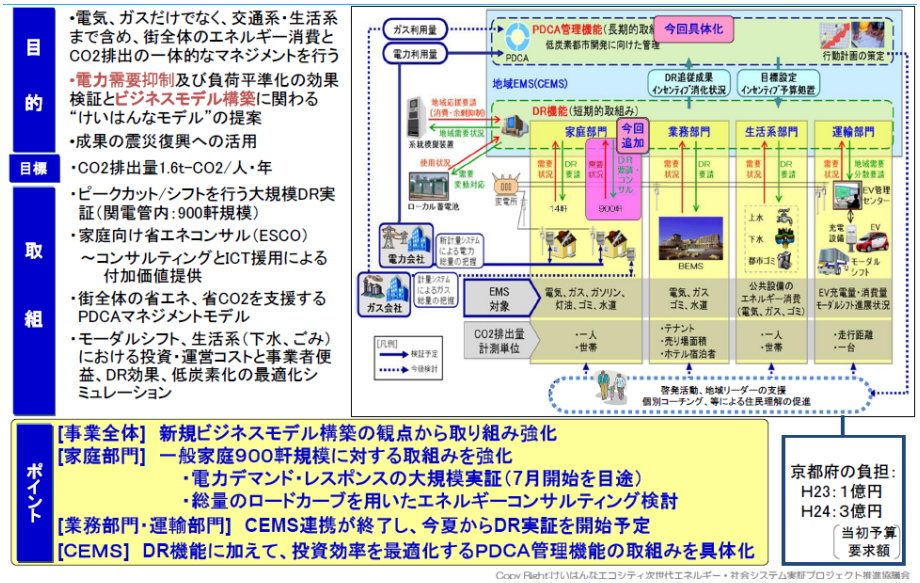


（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

3. けいはんな学研都市

けいはんな学研都市の実証事業は、街全体のエネルギー消費と CO2 排出の一体的なマネジメントを行うとともに、電力需要抑制とピークシフトのためのビジネスモデル構築を、“けいはんなモデル”として展開していくことを念頭に置いている。

実証事業の全体像

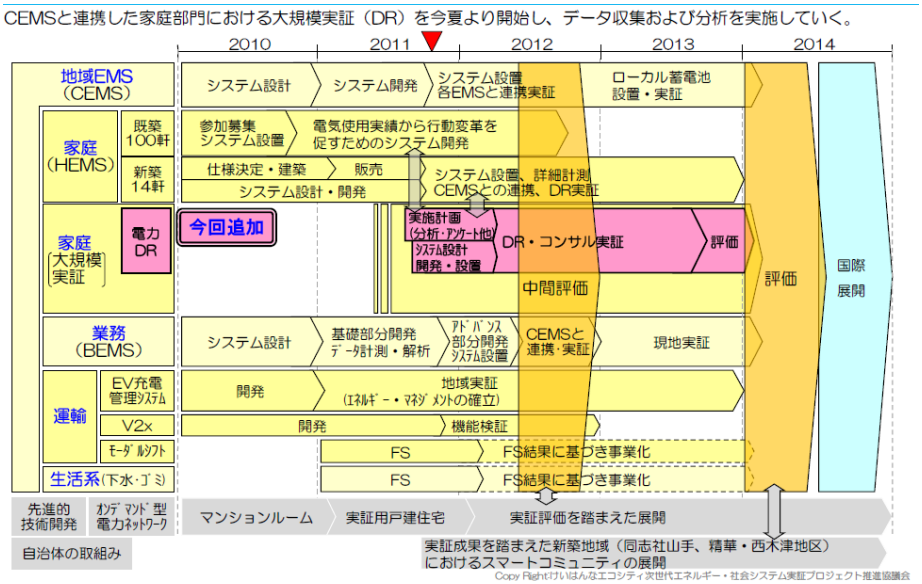


Copy Rightけいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進協議会

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

平成 24 年度は CEMS と連携した家庭部門におけるデマンドレスポンス等の実証を行うとともに、エネルギーコンサルティングに展開していくための基礎データの収集も行っていく予定となっている。また BEMS の導入を完了させ、CEMS との連携を図る準備を行っている。

実証事業の全体スケジュールと平成 24 年度の取り組み



Copy Rightけいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進協議会

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

また、HEMS・BEMS・CEMS・EV に関する具体的な実証内容は、それぞれ以下の通りである。

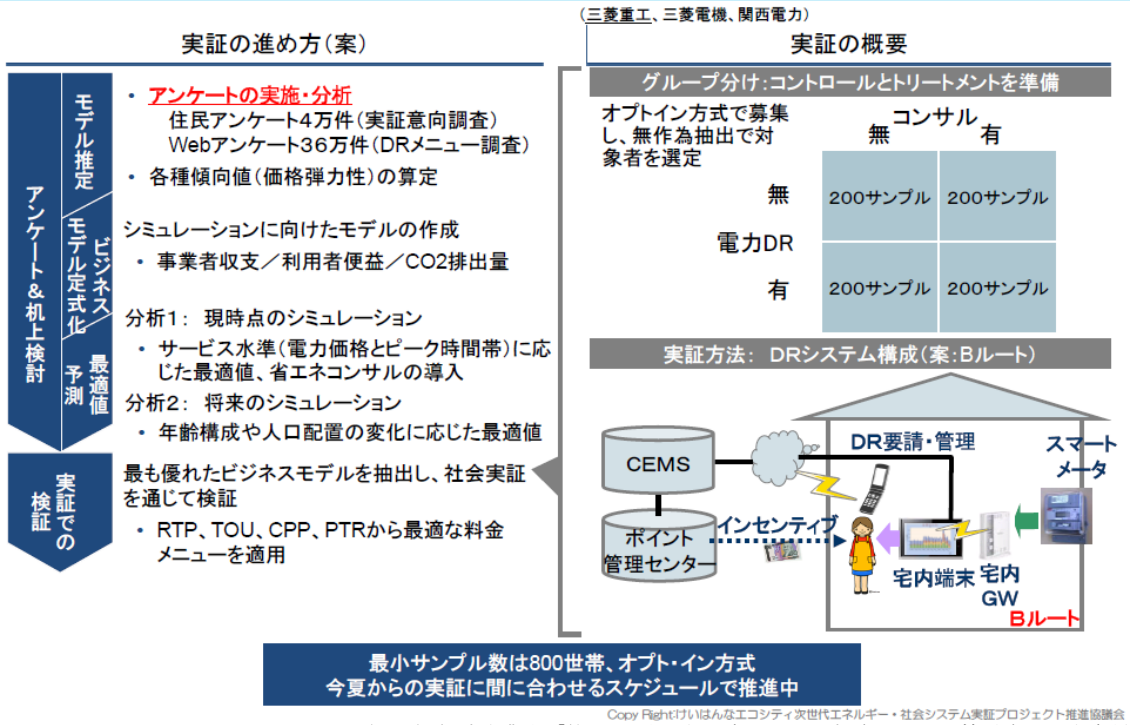
具体的な実証内容

部門	取り組みの概要
HEMS	・需要状況の把握と DR 実証に向けた HEMS・蓄電池の導入が完了 ・HEMS と家庭用蓄電池を実証世帯に導入し、CEMS と連携してデマンドレスポンスの実証試験を展開
BEMS	・導入による省エネ効果の試算が終了 ・BEMS をけいはんなプラザ内のテナントとホテルに導入
CEMS	・エネルギーの使用状況のモニター機能を開発し、サブシステムとの接続が進む ・HEMS や BEMS と連携してデマンドレスポンスの実証試験を展開
EV システム	・EV を 60 台と急速充電器・普通充電器を導入。 ・ITS 等と一体となった EV 情報統合化システムを開発するとともに、ユーザーへのナビゲーションを導入。

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

平成 24 年度に実施した電力におけるデマンドレスポンス実証については、以下のようなプロセスを経ながら、エネルギーコンサルとデマンドレスポンスの有無に応じて４つのグループに分けて、実証実験が展開された。

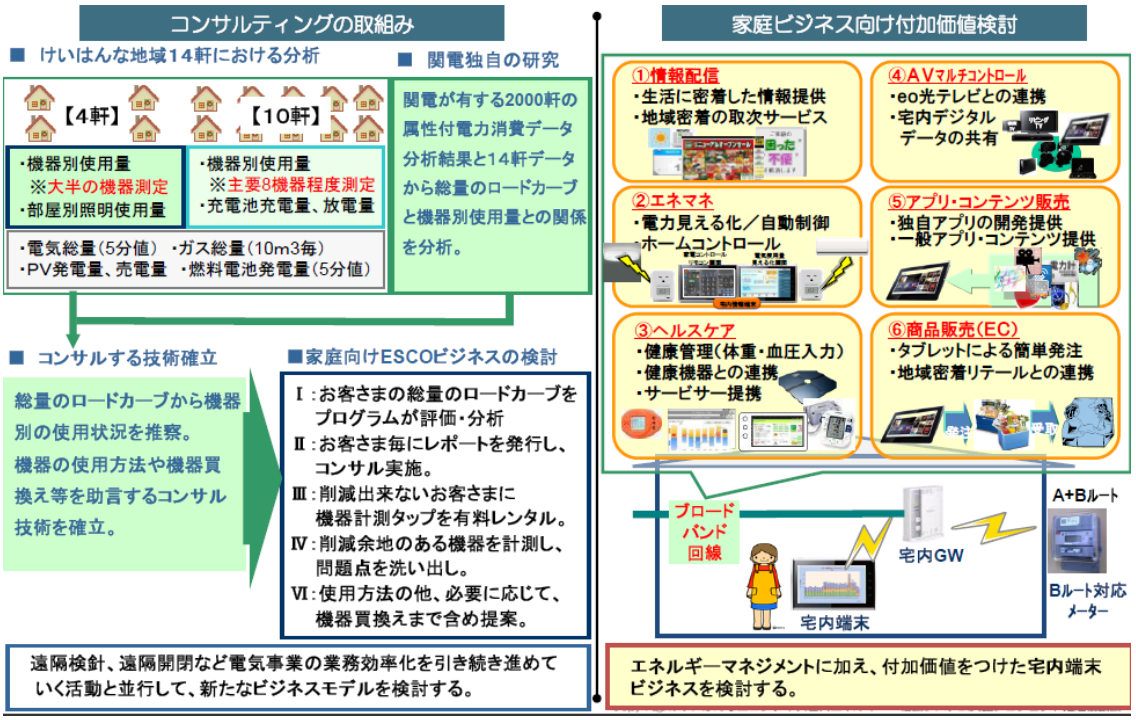
平成 24 年度夏のデマンドレスポンス実証の実施方法



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

また実証事業の中で、家庭部門を対象に収集した各種データをもとに、機器の使用方法や機器の買い替えなどを助言するコンサルティング技術を確立し、「家庭向け ESCO ビジネス」の検討につなげるという取り組みも行っている。さらに、エネルギーマネジメントのみならず、付加価値をつけた宅内端末ビジネスの検討も視野に入れている。

家庭部門を対象に収集したデータをもとにした新たなビジネス展開

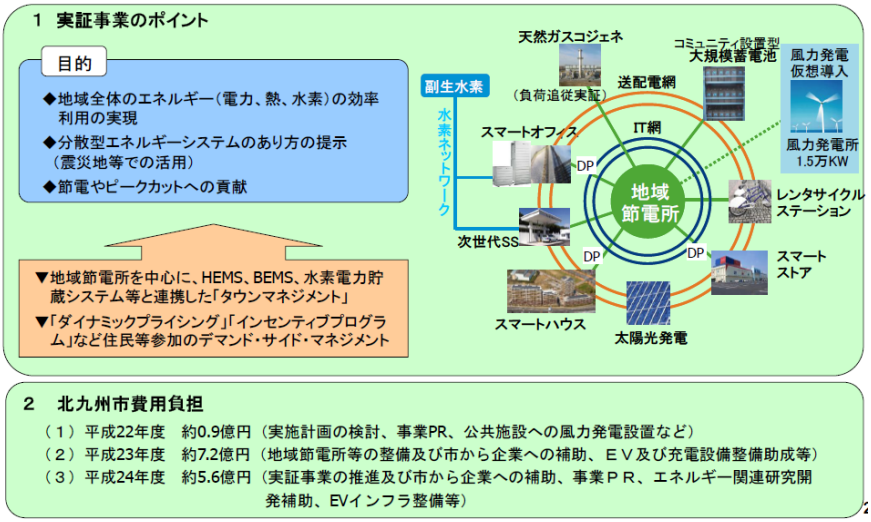


（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

4. 北九州市

北九州の実証事業は、地域全体のエネルギーの効率利用と分散型エネルギーシステムの構築を目的としており、このことを通じて節電やピークカットへの貢献を図ろうとするものである。さらに、地域全体のエネルギーの効率利用のため、「地域節電所」によるタウンマネジメントも志向している。

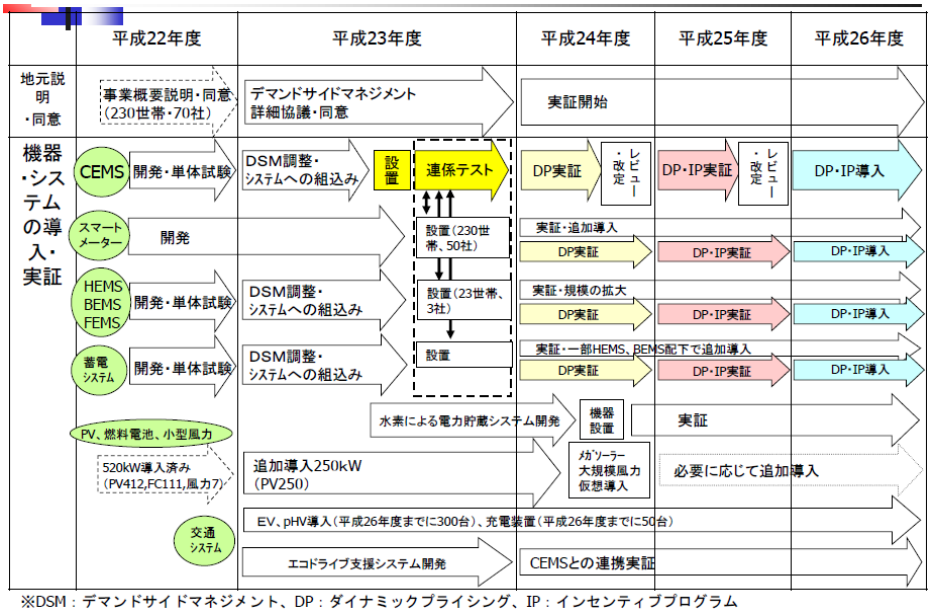
実証事業の全体像



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

平成 24 年度は家庭や事業所において、スマートメーターや HEMS・BEMS・FEMS と連携したダイナミックプライシングの実証を開始する予定となっている。

実証事業の全体スケジュールと平成 24 年度の取り組み



※DSM：デマンドサイドマネジメント、DP：ダイナミックプライシング、IP：インセンティブプログラム

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

実証フィールドとなっている八幡東区東田地区では、特区制度を活用して新日本製鉄のグループ会社である東田コジェネより電力の供給がなされているほか、本実証事業に関連する再生可能エネルギー設備が多数設置されている。平成 24 年度は新たに安川電機・豊田合成などの工場において FEMS が、新日鉄八幡病院において BEMS が導入される予定となっている。

実証フィールドとなっている八幡東区東田地区

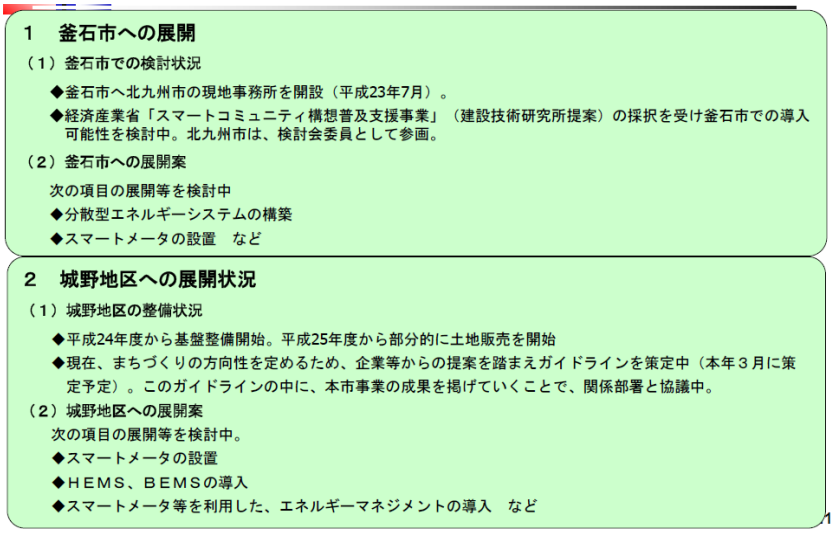
（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

八幡東区東田地区に整備される各種環境施設

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

八幡東区東田地区での実証事業の成果は、東日本大震災の被災地である釜石市のスマートコミュニティ構想に反映されるほか、北九州市内で UR（都市再生機構）が開発を行う城野地区でも、スマートメーター・HEMS・BEMS を導入したエネルギーマネジメントにおいて、実証成果の横展開を図っていく計画である。

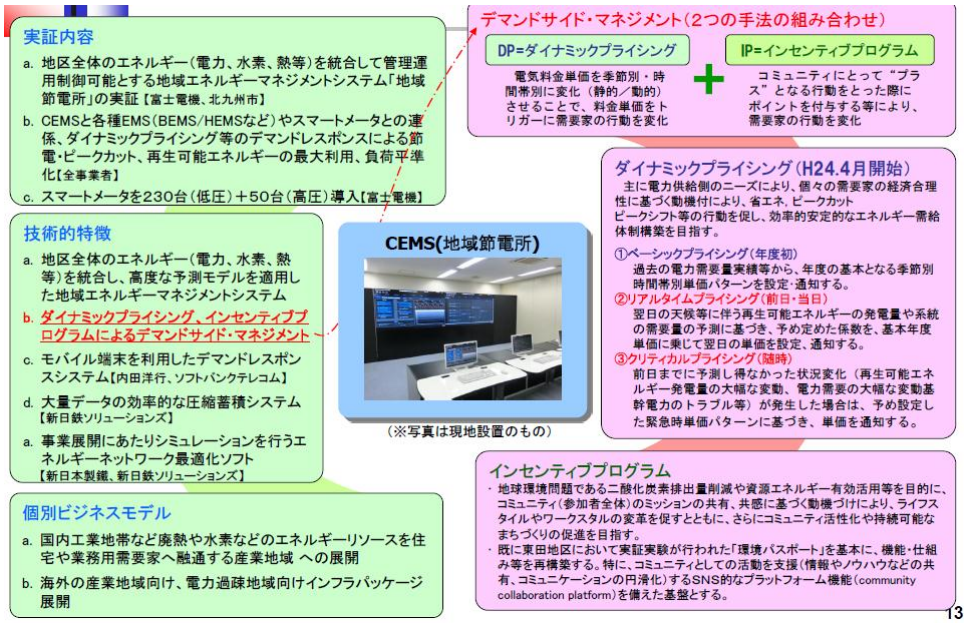
東田地区での実証事業成果の横展開



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

東田地区での実証については、平成 24 年度はダイナミックプライシングによる需要家の行動変化の分析を行うほか、来年度以降に実施するコミュニティに貢献する行動に対するインセンティブプログラムの設計も行う予定である。

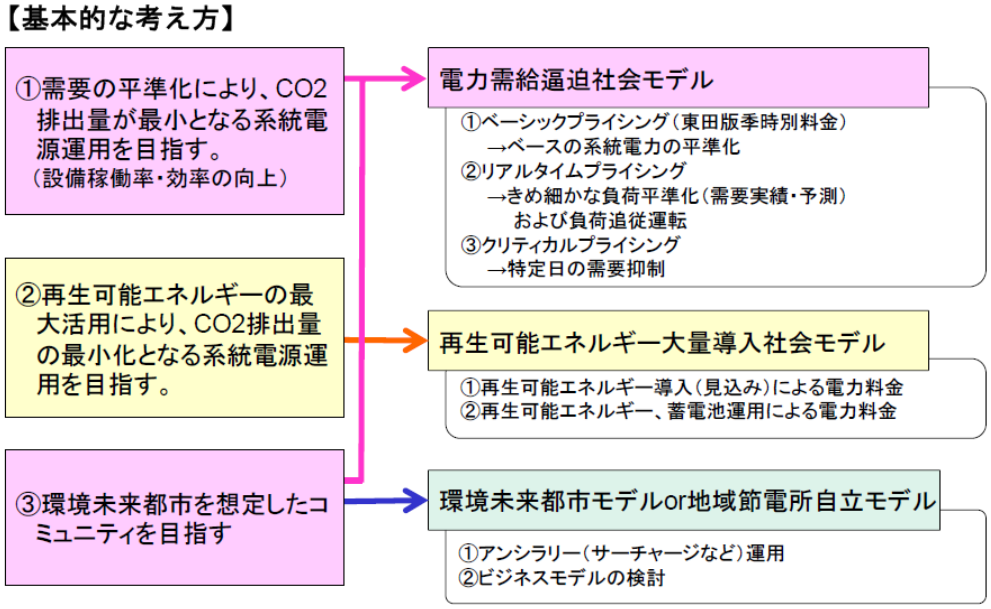
平成 24 年度における主な取り組み内容



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

北九州市の実証事業では、基本的な考え方として今後の日本のエネルギーシステムの将来像ごとに「電力需給逼迫社会モデル」「再生可能エネルギー大量導入社会モデル」「環境未来都市モデル or 地域節電所自立モデル」の３つを想定して、各種実証を行っている。

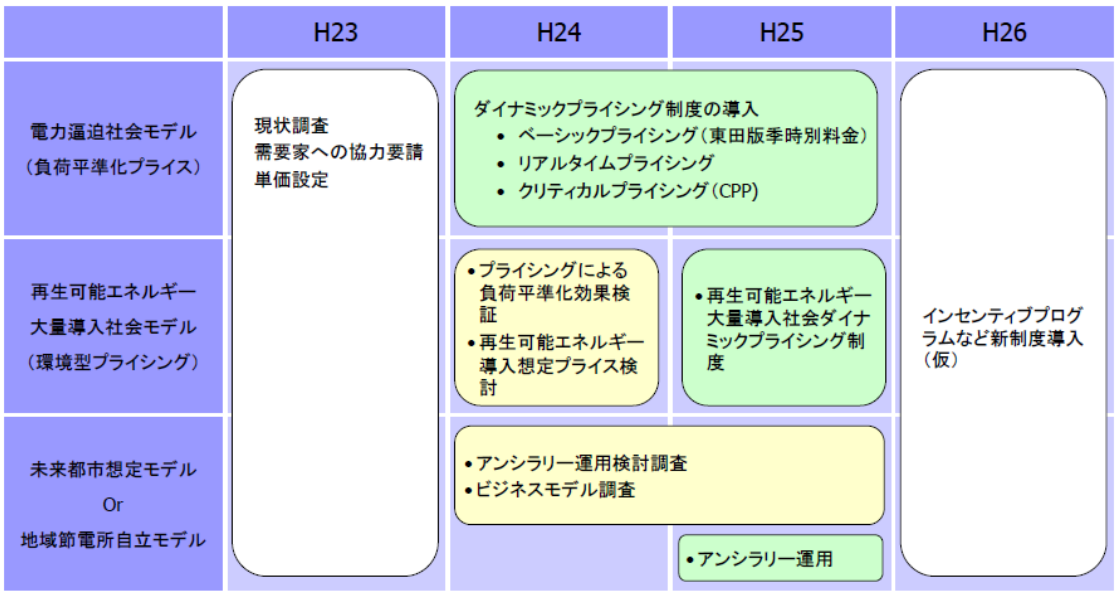
北九州市の実証における基本的な考え方



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

ダイナミックプライシングやインセンティブプログラムなどの実証実験は、上記の基本的な社会像の検証と連動する形で実施されている点が特徴と言える。

北九州市の実証における基本的な考え方を踏まえた実施スケジュール



（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

今後の日本のエネルギーシステムの将来像の中で、「電力逼迫社会モデル」を想定した実証事業の中では、「ベーシックプライシング（季時別料金)」「リアルタイムプライシング」「クリティカルプライシング」の３種類の実証をそれぞれ展開している。

電力逼迫社会モデルを想定したダイナミックプライシング実証の考え方

【電力逼迫社会モデル】（負荷平準化プライス）

- ベーシックプライシング（季時別料金）
  - 目的：ベースの系統電力の平準化
  - 実量制契約、従量制契約を季時別料金に変更する。
  - 需要家の不利益とならないように、グループに分け、グループ毎に料金補正を行う。
  - 平準化の動機付けとなるように差をつける。
- リアルタイムプライシング
  - 目的：きめ細かな負荷平準化
  - 前日の電力需要予測と再生可能エネルギーの発電量予測を元に、系統電力の効率運転を目標に、プライシングで部分的に需給バランスを調整する。
  - 地域の電力の需給状況に応じて、当日の電力料金を変動させる仕組みを世界で初めて導入（2時間前までに通知）
- クリティカルプライシング
  - 目的：特定日の需要抑制
  - 気温が高い日など、空調等で特に需要が高く、需給の逼迫が予想される場合にプライシングで需要を抑制する。

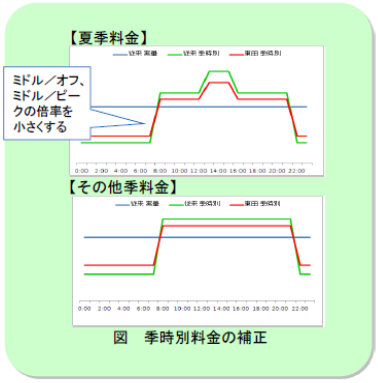


図　季時別料金の補正

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

また、実証事業で開発した CEMS・HEMS・BEMS・FEMS などの成果は、それぞれ 3 年～15 年で回収可能な新たなビジネスモデルとして、「アジア低炭素化センター」等を中心に、国内の他地域や海外に展開していく準備を行っている。

	ターゲット	ビジネスモデル	コスト回収	展開時期
CEMS	・電力供給事業者 ・デベロッパー ・自治体 ・地域ｴﾈﾙｷﾞｰ管理会社 など	・地域のCO2削減（CO2排出権取引） ・地域エネルギーサービスプロバイダー ・料金徴収サービス ・健康管理サービスなどの各種アプリケーションサービス	約4年	平成27年以降
HEMS	・個人消費者 ・住宅メーカー ・デベロッパー ・自治体	・エネルギー見える化（削減）サービス ・住宅機能の高度化による新たなビジネスチャンスの拡大（パソコンとUSB機器のような関係） ・ 複数の住宅からなるタウン全体でのエネルギー削減サービス	約5～14年	
BEMS	・オフィスビル ・大型商業施設 ・公共施設 ・病院 ・ホテル など	・省エネ法に対応するための設備導入 ・ESCO事業 ・商業施設におけるEV充電システムを活用したエネルギーマネジメント ・太陽熱利用システムを活用したBEMS ・クラウドシステムを活用し、エネルギーマネジメントシステムを低価格化	約3年～15年	
FEMS	・中小規模工場など	・省エネ法に対応するための設備導入 ・ESCO事業 ・生産計画とエネルギー需給計画を連動させたEMS	約4年～15年	
交通	・SS事業者 ・個人消費者	・SS利用者に対する新サービス提供（EVエコドライブ、再生可能エネルギー充電サービス、HEMSとの連携等）	8年	
海外展開	・中国（唐山、天津、大連） ・インド（デリームンバイ） ・東南アジア（スラバヤ） など	・インフラパッケージ輸出（エネルギー、水、廃棄物処理・リサイクル、都市計画、交通等）	ー	

（出所）経済産業省「第 14 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

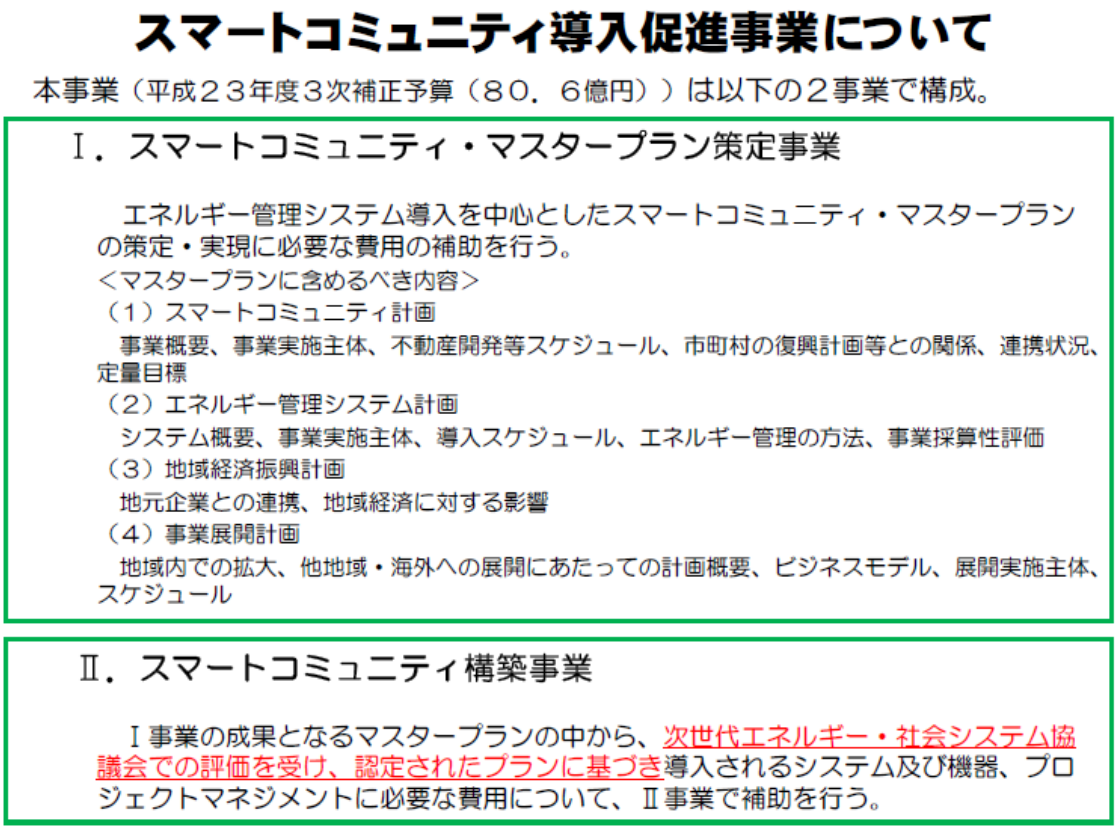
第Ⅷ章. スマートコミュニティの東北での取り組み

～スマートコミュニティ導入促進事業での取り組み～

被災自治体におけるスマートコミュニティ（再生可能エネルギーを活用したまちづくり）の計画策定の状況を見る上では、平成 23 年度 3 次補正予算によって取り組みが開始された「スマートコミュニティ導入促進事業」が挙げられる。

「スマートコミュニティ導入促進事業」は、Ⅰ．スマートコミュニティマスタープラン策定事業とⅡ．スマートコミュニティ構築事業に分けられている。同事業で策定されたマスタープランのうち、「次世代エネルギー・社会システム協議会での評価を受けて、認定されたプラン」についてのみ、導入されるシステム及び機器、プロジェクトマネジメントに必要な費用を補助するという内容になっている。

スマートコミュニティ導入促進事業の概要



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

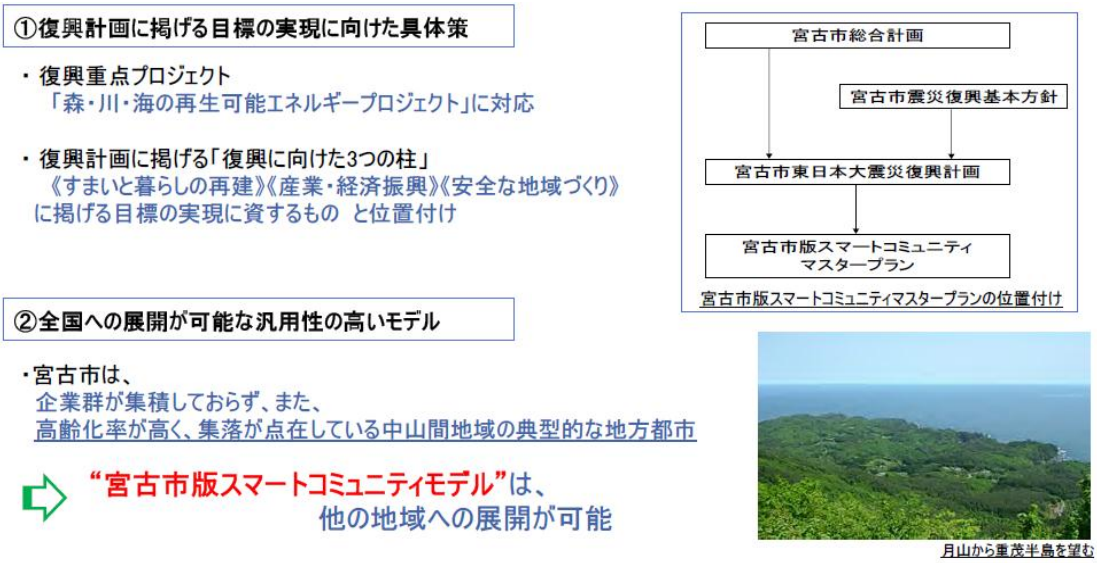
2012 年 12 月に開催された次世代エネルギー・社会システム協議会では、岩手県宮古市・岩手県北上市・宮城県気仙沼市・宮城県石巻市・宮城県大衡村・宮城県山元町・福島県会津若松市の７つの市町村のマスタープランが認定された。ここでは、これらの７つの市町村において策定されたスマートコミュニティマスタープランの概要を紹介したい。

1. 宮古市

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

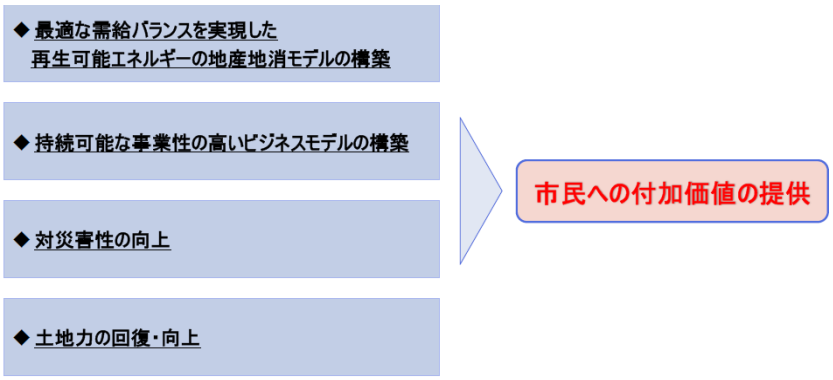
宮古市のスマートコミュニティマスタープランは、その位置付けとして①復興計画に掲げる目標の実現に向けた具体策、②全国への展開が可能な汎用性の高いモデル、の２つを掲げている。特に②の全国への展開が可能な汎用性の高いモデルについては、宮古市が高齢化率が高く、集落が点在している中山間地域の典型的な地方都市であることから、「宮古市版スマートコミュニティモデル」が他の地域への展開が可能であると捉えている。

宮古市版スマートコミュニティマスタープランの位置づけ



「宮古市版スマートコミュニティ」のコンセプトとしては、「最適な需給バランスを実現した再生可能エネルギーの地産地消モデルの構築」「持続可能な事業性の高いビジネスモデルの構築」「対災害性の向上」「土地力の回復・向上」の４つを掲げ、これらの目的を実現するために必要な事業の具体化を図っている。

宮古市版スマートコミュニティのコンセプト

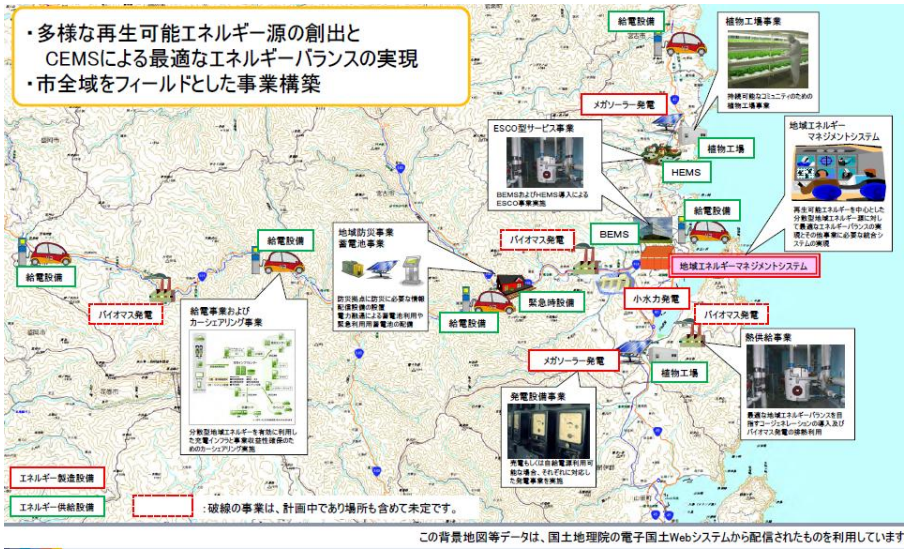


（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

「宮古市版スマートコミュニティ」の具体的な個別事業は、①地域エネルギーマネジメントシステム（CEMS）、②ビルエネルギーマネジメントシステム（BEMS）、③ESCO 型サービス、④発電設備、⑤植物工場、⑥コジェネレーション、⑦カーシェアリング、⑧給電設備、⑨蓄電設備の９つである。これらの事業を市内各地でモデル的に取り組み、その実証成果を横展開していくことを目指している。

宮古市版スマートコミュニティの全体概要



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

個別事業の中でも、とりわけ注目される取り組みが「植物工場」である。これは CEMS と連携したコジェネレーション設備を活用した「太陽光利用型植物工場」において、農業法人と連携して付加価値が高く、輸入割合の高いパプリカの生産・販売を手がける事業である。

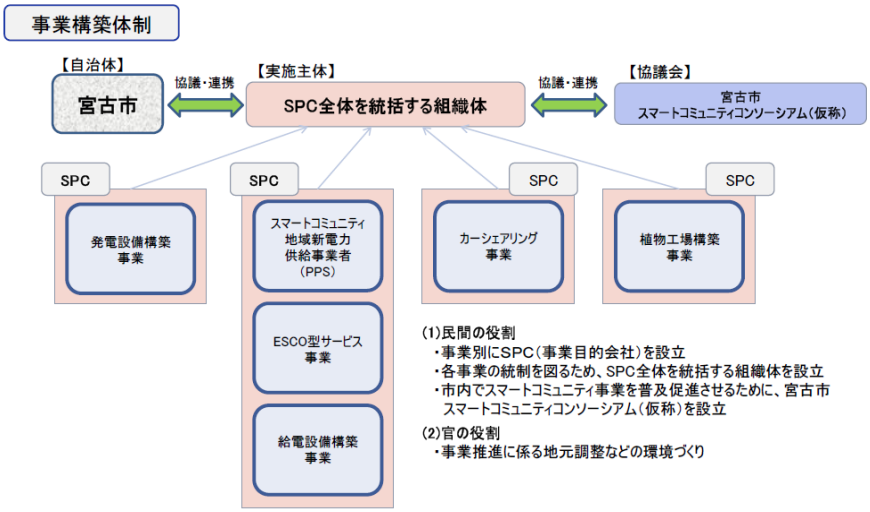
植物工場プロジェクトの概要

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■事業の実施体制

宮古市版スマートコミュニティの事業構築体制としては、事業別に SPC（事業目的会社）を設立するとともに、各事業の統制をはかるために SPC 全体を統括する組織体を別途設立する。この組織が、宮古市や市内でスマートコミュニティ事業のノウハウ共有と横展開を図るための協議会である「スマートコミュニティコンソーシアム（仮称）」と連携をしながら、事業を推進していくことを目指している。

宮古市版スマートコミュニティの事業構築体制



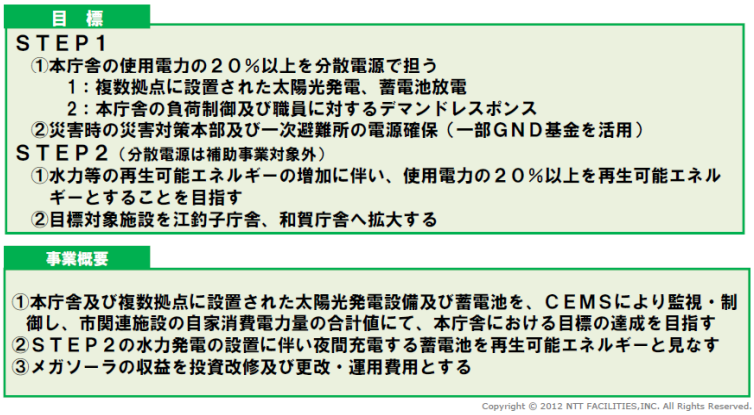
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

2. 北上市

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

北上市のスマートコミュニティは、既存建物・施設へ段階的に再生可能エネルギーを分散配置し、市関連施設で使用する電力の再生可能エネルギー比率を高めるとともに、面的に災害に強い街づくりを行うことを目的としている。

北上市のスマートコミュニティにおける目標と事業概要



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組みと事業実施体制

具体的な取り組みとしては、「メガソーラー整備・運営事業」「市庁舎エネルギーマネジメント事業」「ソーラーパーク整備・運営事業」「防災拠点機能強化事業」の４つについては北上市が、「オフィスアルカディア北上での太陽光発電等運営事業」については（株）北上オフィスプラザが所有・運営を行う。

また、これらの再生可能エネルギーを制御する「CEMS 整備・運営事業」については、北上市が所有し、（株）NTT ファシリティーズが運営する。

北上市のスマートコミュニティにおける事業実施体制

北上市、北上オフィスプラザ（第３セクタ）が出資及び資産を所有し、自治体が主たる事業者となるスキームである

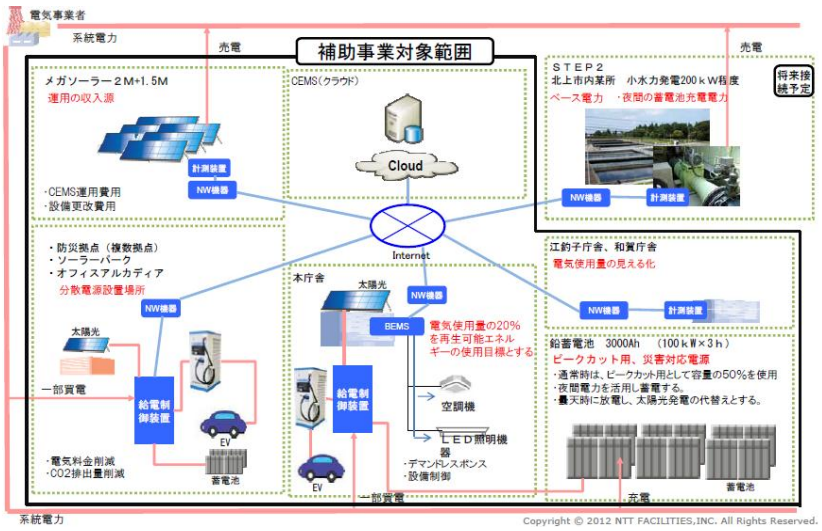
事業名	所　有	運　営
① メガソーラー整備・運営事業	北上市	
② 市庁舎エネルギーマネジメント事業	北上市	
③ ソーラーパーク整備・運営事業	北上市	
④ 防災拠点機能強化事業	北上市	
⑤ オフィスアルカディア北上太陽光発電等・運営事業	㈱北上オフィスプラザ	
⑥ CEMS整備・運営事業	北上市	㈱NTTファシリティーズ

Copyright © 2012 NTT FACILITIES,INC. All Rights Reserved.

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

市内の行政庁舎やオフィスアルカディアに設置される太陽光・蓄電池・電気自動車などを CEMS で制御しながら、ピークカットや災害対応電源として活用していく内容となっている。

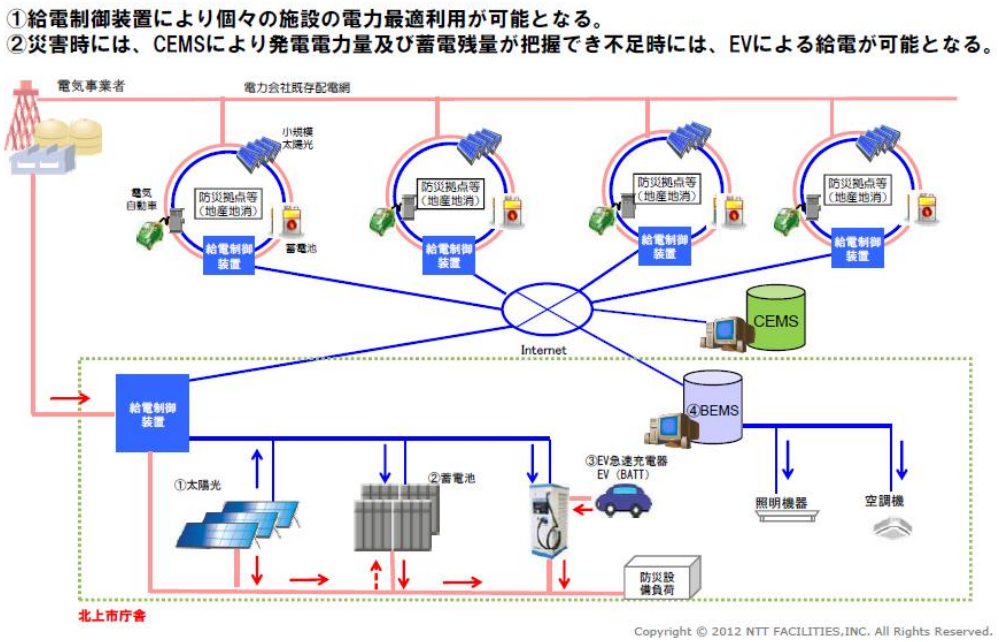
北上市の設備構築及び接続イメージ



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

導入する CEMS の特徴としては、以下の４点が挙げられる。１つめは給電制御パターンを「再生可能エネルギー優先パターン」と「コスト優先パターン」に切り替えが可能な点、２つめは無瞬断で防災負荷へ供給が可能な点、３つめは分散電源の拡張性が高く、後から分散電源を接続させることが容易な点である。

導入する CEMS の特徴



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

導入する CEMS の特徴

①給電制御パターンの選択が可能

（１）再生可能エネルギー優先パターン

再生可能エネルギーを最大限に活用し、系統電力の使用を抑える運転
施設内の再生可能エネルギーの活用が可能

（２）コスト優先パターン

系統電力を効率的に使用しつつ、蓄電池の劣化を抑える運転

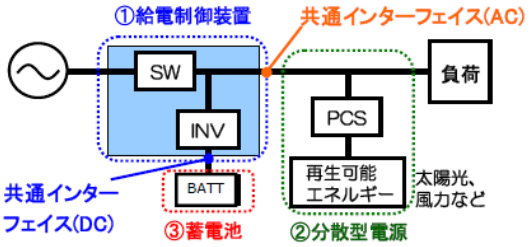
②無瞬断にて防災負荷へ供給が可能

自動的に商用入力スイッチを制御することで、無瞬断、無停電にて
防災負荷へ電力を供給することができる。

③ICTの活用によるCEMS接続

ICTを活用することによって、後から設置された分散電源をCEMSへ接続
することが可能となる。

④分散電源の拡張性が高い



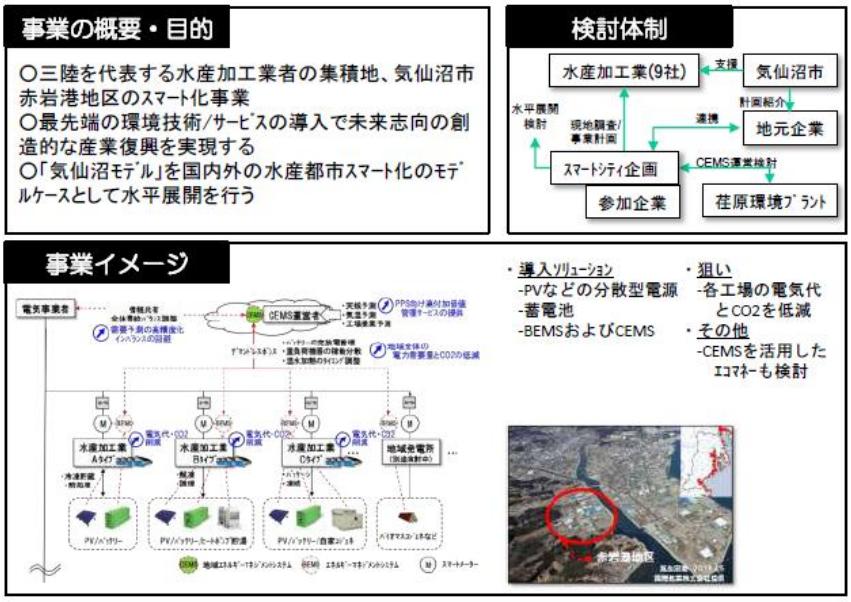
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

3. 気仙沼市

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

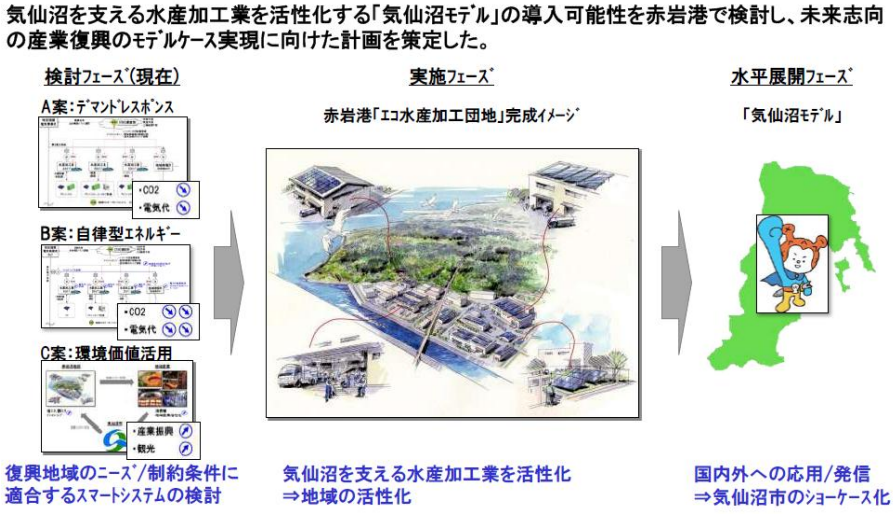
気仙沼市のスマートコミュニティは、三陸を代表する水産加工業者の集積地である気仙沼市赤岩港地区の水産加工団地をモデルにして行われた。最先端の環境技術・サービスの導入によって、未来志向の創造的な産業復興を実現するとともに、これらの「気仙沼モデル」を国内外の水産都市スマート化のモデルケースとして、横展開していくことを目指している。

気仙沼市のスマートコミュニティの事業概要・目的



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

気仙沼市のスマートコミュニティのコンセプト



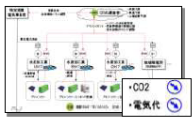
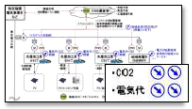
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

本事業では、参画する水産加工業者のニーズや制約条件を踏まえながら、個別に EMS と再生可能エネルギー機器を導入することで電気代・CO2 削減を目指すA案「デマンドレスポンス」、水産加工団地内の電力供給を担う電気事業会社を立ち上げて供給を行うB案「自律型エネルギー供給」、ＥＳＣＯ事業などの活用を通じて環境価値を活用することでインセンティブを付与するC案「環境価値活用」の３つの中から検討を行っている。

気仙沼市のスマートコミュニティ構築のための取り組み

ﾃﾞﾏﾝﾄﾞﾚｽﾎﾟﾝｽ、自律型ｴﾈﾙｷﾞｰの両ｼｽﾃﾑにおいて、下記の想定効果を目標として検討を行った。

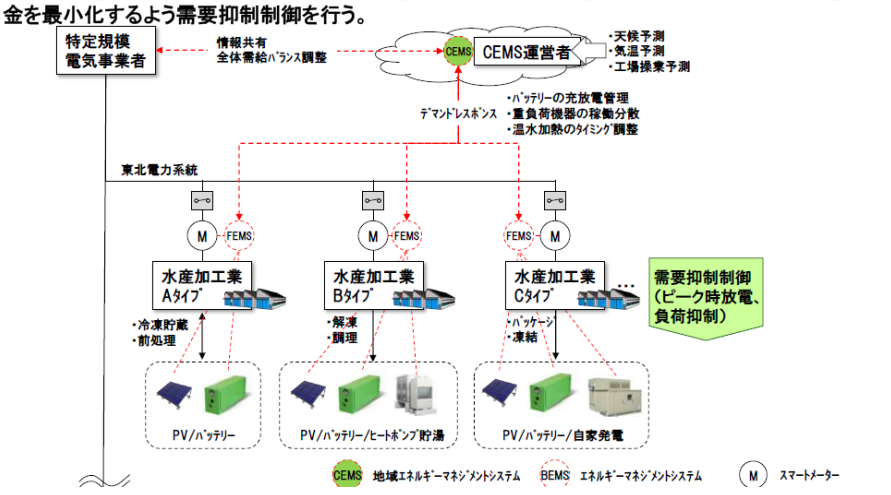
	ｿﾘｭｰｼｮﾝ特長	ｿﾘｭｰｼｮﾝ目標（想定効果）	ｿﾘｭｰｼｮﾝ目標（導入期間）
A案：ﾃﾞﾏﾝﾄﾞﾚｽﾎﾟﾝｽ 	個別導入	電気代削減20%以上 CO2削減10%	今年度末～ 投資回収5年
B案：自律型ｴﾈﾙｷﾞｰ 	全体導入 （電気事業会社設立）	電気代削減5%以上 CO2削減10%	今年度末以降 会社設立
C案：環境価値活用	CO2削減による ｲﾝｾﾝﾃｨﾌﾞ	エコ×水産業の実現 産業活性化	ｼｽﾃﾑ導入後 速やかな立上げ

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

デマンドレスポンス案では、各工場の電力需要に合わせて、太陽光発電・蓄電池・FEMS 等を導入するとともに、上位の CEMS で電力料金を最小化するように需要抑制制御を行うシステムを導入していく。

デマンドレスポンス案のシステムイメージ

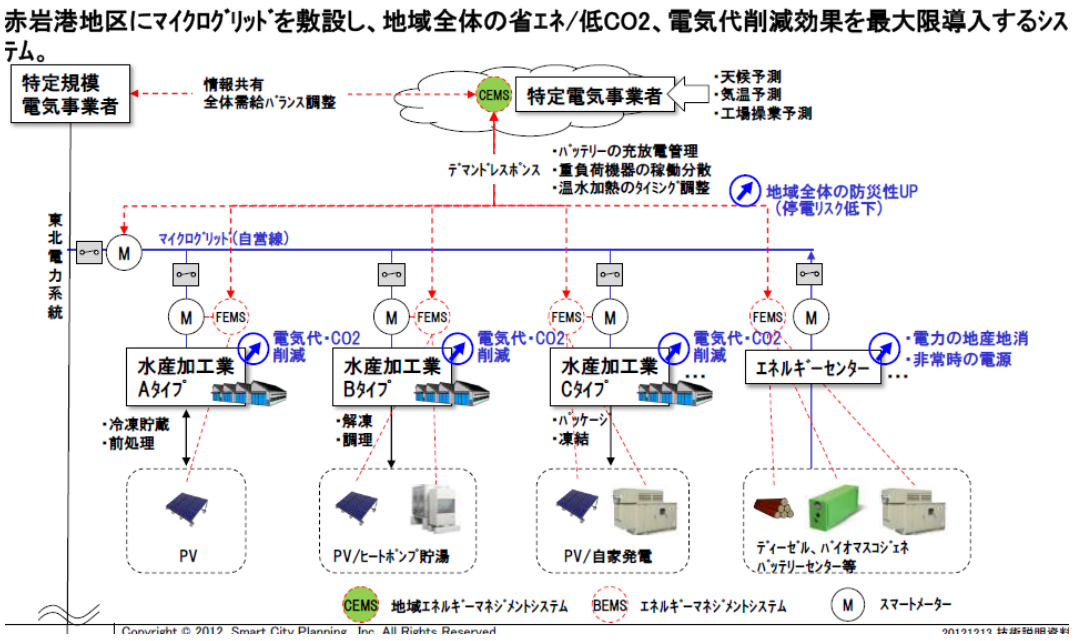
各工場の電力ﾃﾞﾏﾝﾄﾞに合わせて、太陽光発電、ﾊﾞｯﾃﾘｰ、FEMS等を設置し、上位のCEMSにて電力料金を最小化するよう需要抑制制御を行う。



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

自律型エネルギー案では、マイクログリッドを敷設し、地域全体の省エネ／低 CO2、電気代削減効果の最大化を図るシステムとなっている。

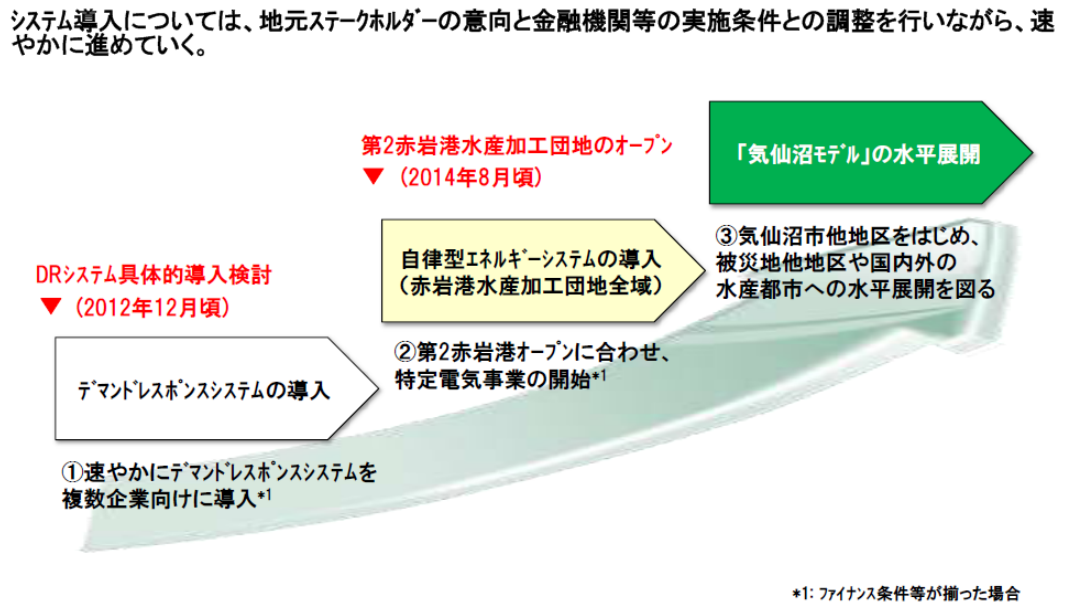
自律型エネルギー案のシステムイメージ



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

また今後のシステム導入については、「デマンドレスポンスシステム⇒自律型エネルギーシステム」という段階を踏みながら、推進をしていく予定である。

各システムの導入ステップ



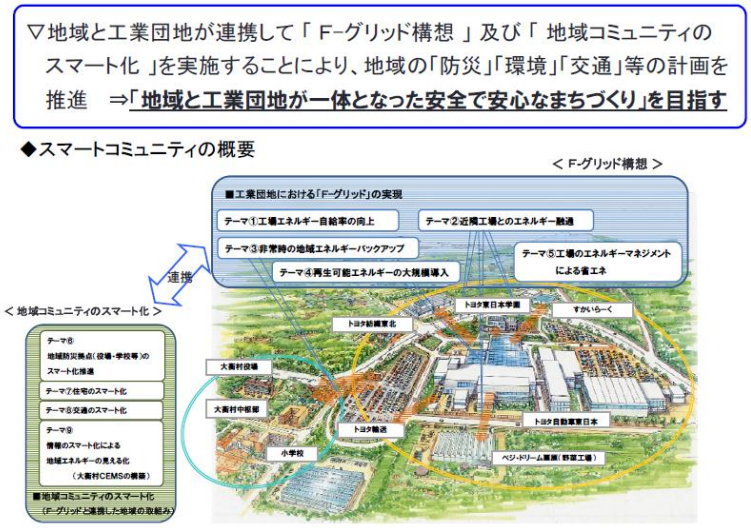
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

4. 大衡村

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

大衡村のスマートコミュニティは、地域と工業団地が連携して「Ｆ－グリッド構想」及び「地域コミュニティのスマート化」に取り組むことで、主に防災・環境・交通の分野において「地域と工業団地が一体となった安全で安心なまちづくり」を目指すものである。

大衡村のスマートコミュニティの全体像



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

本事業では、工業団地内に分散型電源（コジェネレーション・太陽光）を導入するとともに、各工場には EMS と蓄電池を導入し、工業団地内でかしこく使用するマイクログリッドの構築を目指している。

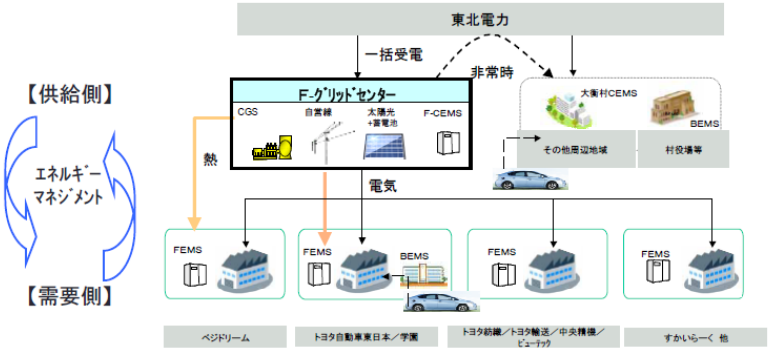
マイクログリッドの構築のための導入設備

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

システム面での特徴としては、電力会社から一括受電を受けながら、自家発電設備から発生するエネルギー（電気・熱）をＦ－グリッドCEMSによって制御・最適化し、工業団地内の需要家へ効率的にエネルギー融通を行う点である。

Ｆ－グリッドＣＥＭＳの特徴

▽Ｆ－グリッドセンターの自家発電設備（CGS、PV）から作った
エネルギー（電気・熱）を**Ｆ－グリッドCEMSにより制御・最適化**を図りながら、
工業団地内の需要家へ効率的にエネルギー融通を行う特定供給
⇒**自家発の有効活用の位置付けで電力会社からのバックアップが前提**



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

電気だけでなく、蒸気・高温水・低温水の３段階で熱を有効活用している点も特筆される。蒸気はトヨタ東日本の自動車工場内で、高温水は植物工場の暖房として、低温水は工場内の排水処理施設や塗装ブースの空調に利用している。

Ｆ－グリッドにおける熱の有効利用

② 熱の有効利用（エネルギー利用効率：49％⇒ 最大74％）
CGSの排熱を
1）**蒸気** ： 175℃**トヨタ東日本の塗装工程用蒸気**に加え、
2）**高温水**： 98℃ **をベジ・ドリーム（植物工場）の温水暖房用 ⇒ 農商工連携**
3）**低温水**： 60℃ **を排水処理施設のばっき槽や塗装ブースの空調**に活用

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

なお植物工場については、豊田通商（株）の関係会社で、豊通食料（株）が出資する農業法人である「ベジ・ドリーム栗原」が手がけている。

併設する植物工場の概要

▽豊田通商㈱の関係会社、豊通食料㈱が出資する農業生産法人
▽宮城県栗原市で日本最大級のパプリカ生産工場（2工場）を操業中
⇒国産品の43%（840t/年）を生産（国内第1位）

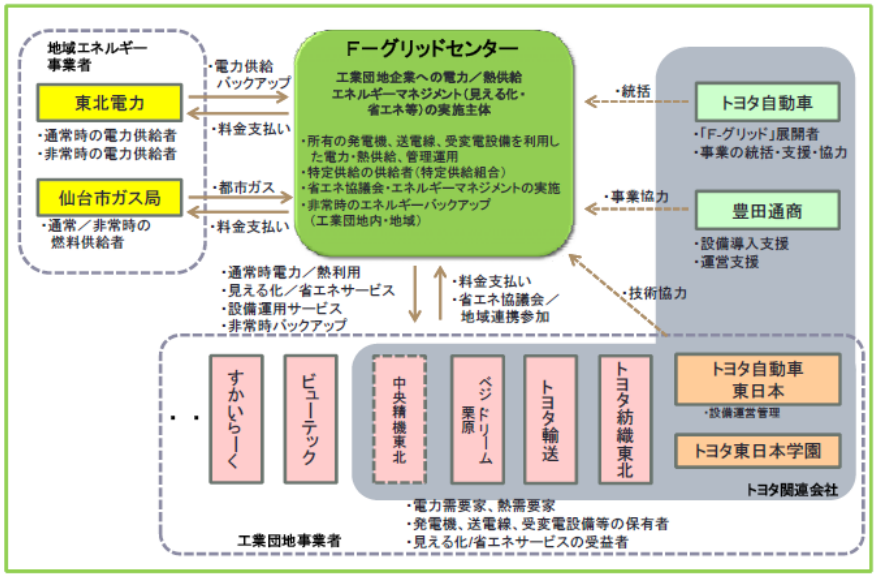
ベジ・ドリーム栗原・新工場イメージ

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■事業の実施体制

F-グリッドの運営・管理主体としては、エネルギーの供給者と需要者が一体となった『F-グリッドセンター』を組成することで、システムの運用を実施していく構想となっている。

供給者と需要者が一体となった事業体『F－グリッドセンター』を組成して
オペレーションを実施



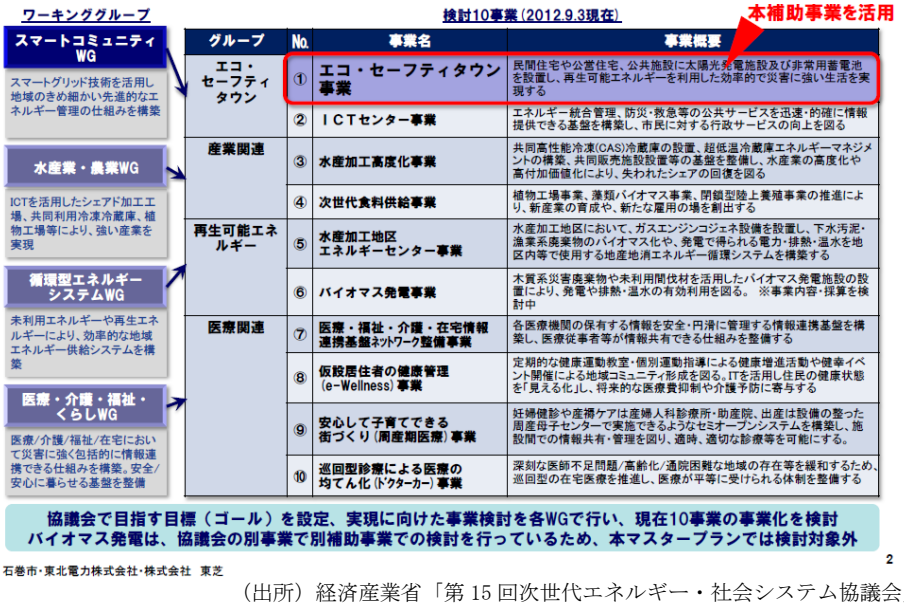
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

5. 石巻市

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

石巻市では震災復興を官民連携によって実現するために「石巻復興協働プロジェクト協議会」を立ち上げ、10 の事業を実施していくこととなった。石巻市のスマートコミュニティは、このうちの「エコ・セーフティタウン事業」に位置付けられている。

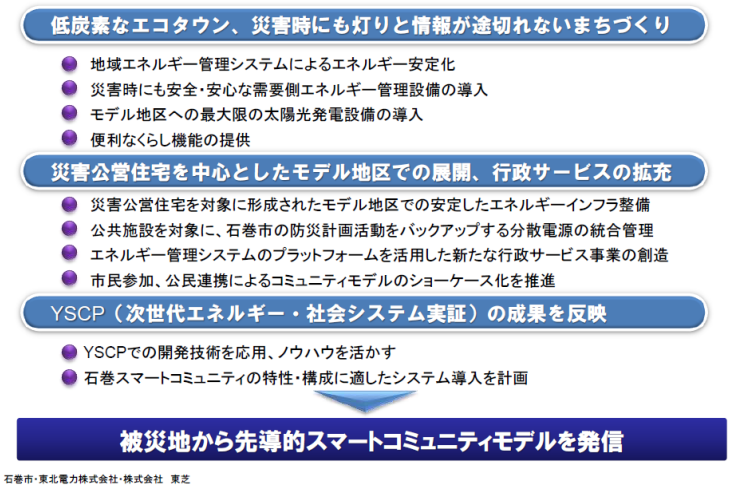
石巻復興協働プロジェクト協議会 10 事業と本補助事業の位置付け



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

石巻市のスマートコミュニティの特徴は、「低炭素なエコタウン、災害時にも灯りと情報が途切れないまちづくり」「災害公営住宅を中心としたモデル地区での展開、行政サービスの拡充」「次世代エネルギー・社会システム実証の成果を反映」という３点に特徴がある。

「石巻スマートコミュニティ」の特徴

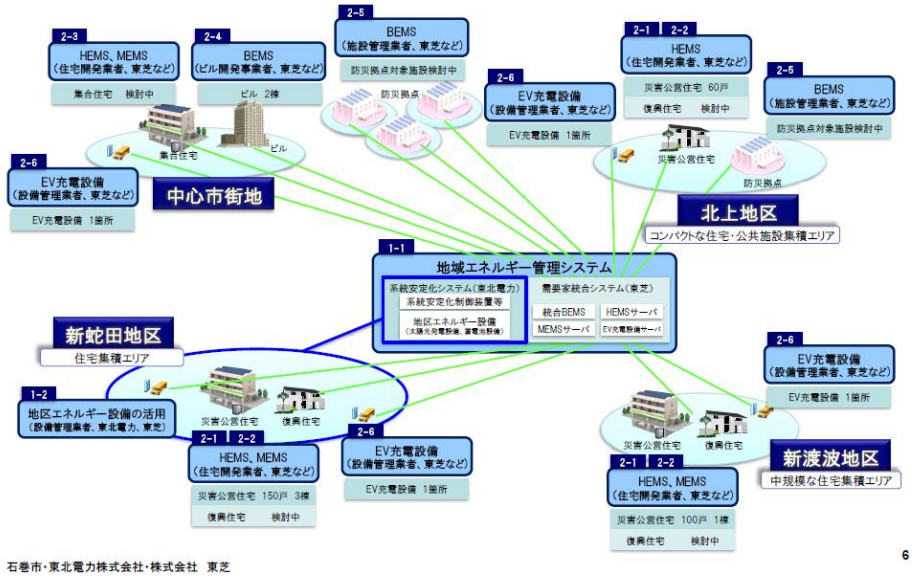


（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

石巻市のスマートコミュニティでは、市内の４つの地区においてEMSとEV充電設備を集合住宅やビル、公共施設に導入するとともに、それらを地域エネルギー管理システムにおいて管理・制御するというモデルになっている。地域エネルギー管理システムは、東芝が手がける「需要家統合システム」と東北電力が手がける「系統安定化システム」の２つがある。

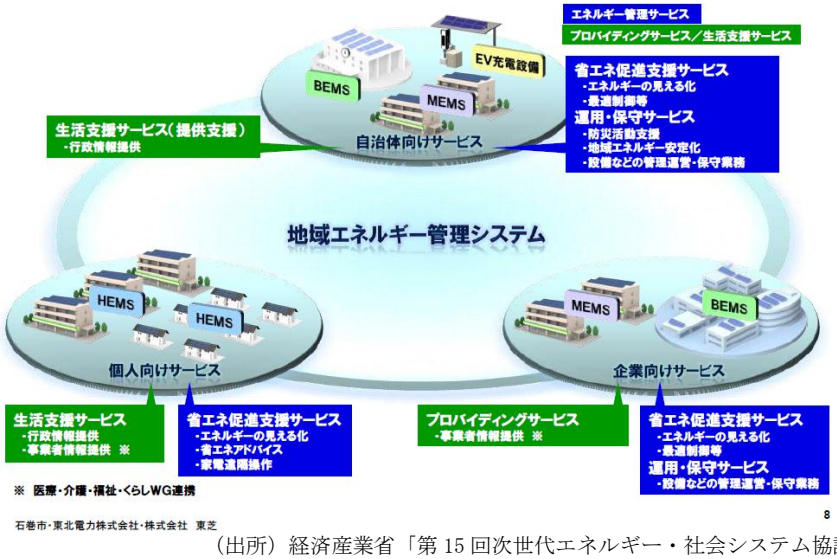
「石巻スマートコミュニティ」におけるエネルギー管理システムの全体構成



（出所）経済産業省「第15回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

需要家向けのエネルギー管理システムによって提供するサービスとしては、主に「省エネ促進支援サービス」「運用・保守サービス」の２種類がある。

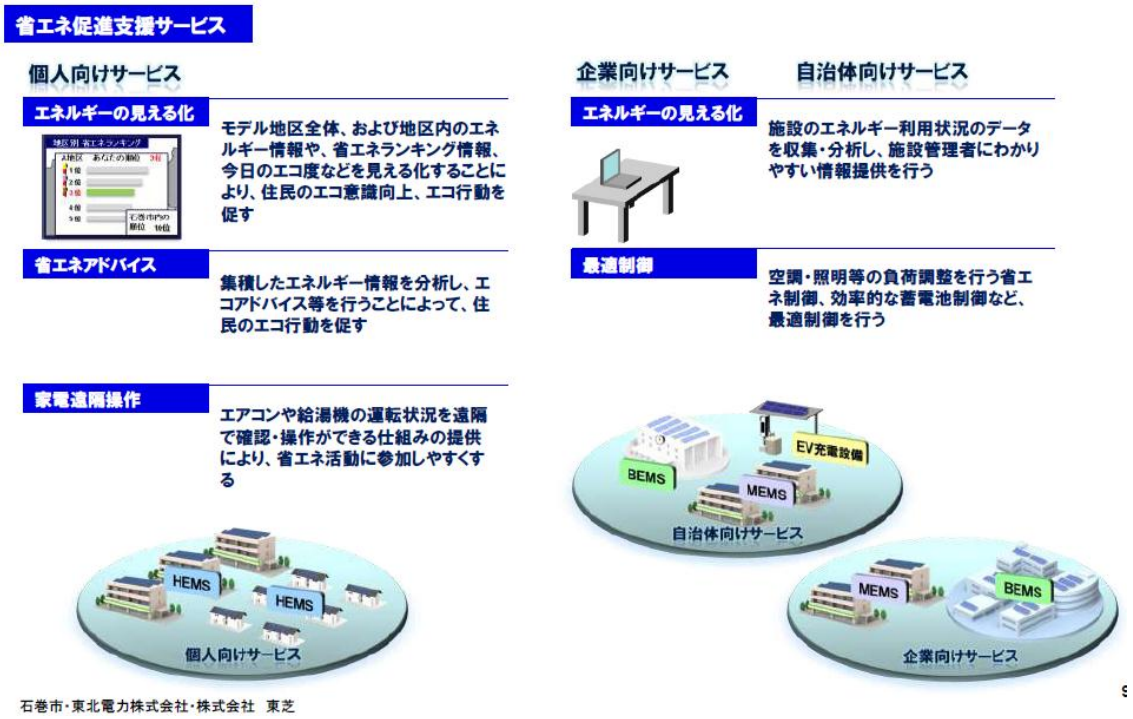
需要家向けのエネルギー管理システムによって提供するサービス



（出所）経済産業省「第15回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

省エネ促進サービスは、個人向け・企業向け・自治体向けの３つがあり、それぞれ「エネルギーの見える化」「省エネアドバイス」「家電遠隔制御」などのサービスを提供している。

省エネ促進支援サービスの概要



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

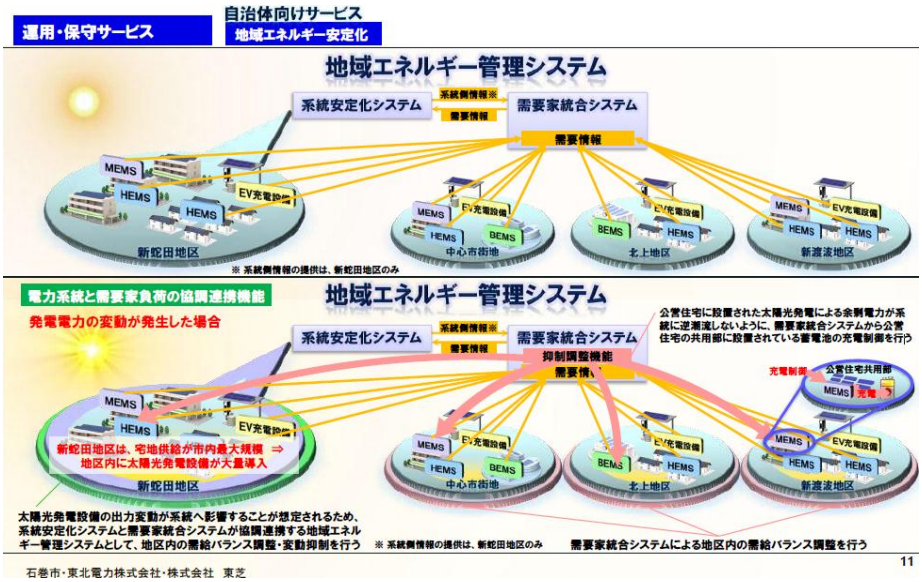
また運用・保守サービスについては、ＥＶ充電設備の稼働状況や蓄電池残量などの情報を把握し、非常時のＥＶの配置計画などを市の防災行動計画に活用することができる。

運用・保守サービスの概要

（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

さらに、東北電力が手がける「系統安定化システム」とも連携し、必要に応じて太陽光発電による余剰電力の系統への逆潮流を防ぐための制御を行うこともできる。

系統安定化システムとの連携



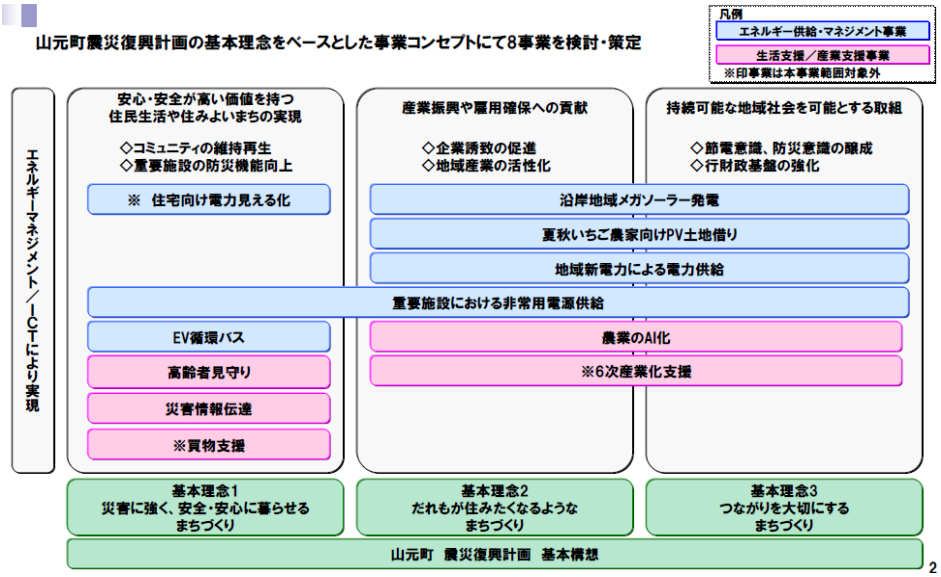
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

6. 山元町

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

山元町のスマートコミュニティは、震災復興計画の基本理念をベースに、エネルギーマネジメントと ICT の活用を通じて、以下の８つの事業を実施する内容となっている。

山元町のスマートコミュニティにおけるコンセプトと事業メニュー

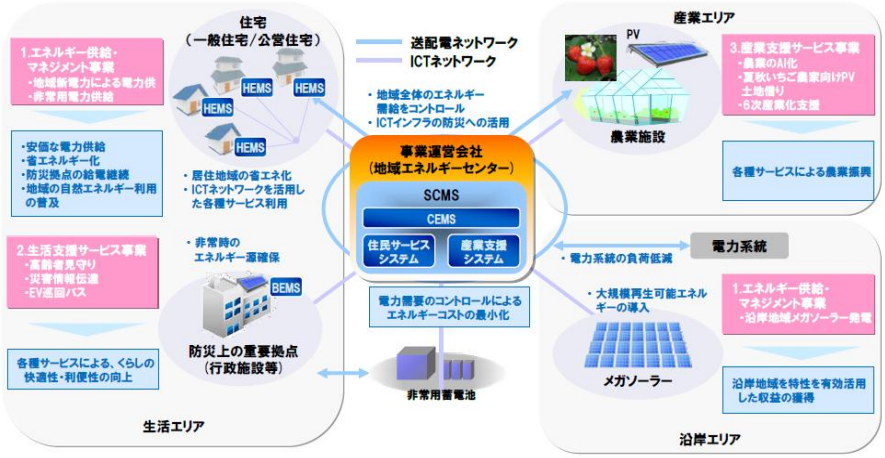


（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

山元町のスマートコミュニティで取り組む内容は、主に「エネルギー供給・マネジメント事業」「生活支援サービス事業」「産業支援サービス事業」の３つに整理することができる。これらの３つの取り組みを、地域エネルギーセンターが CEMS を活用しながら、電力需要のコントロールを通じてエネルギーコストの最小化を図っていく仕組みとなっている。

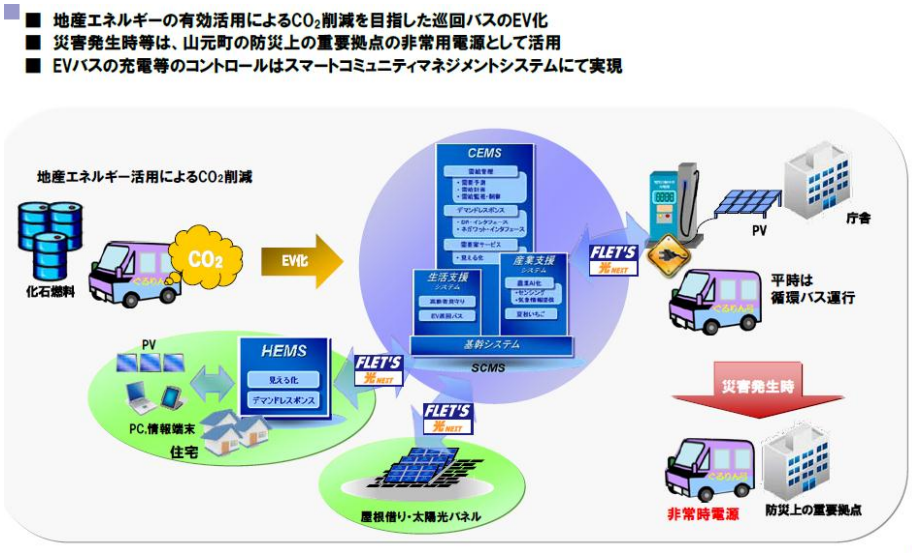
山元町のスマートコミュニティの全体像



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

山元町のスマートコミュニティで特徴的な事業の１つとして、「巡回バスのＥＶ化」が挙げられる。これは、平時は巡回バスとして運行し、災害発生時には非常用電源として防災上の重要拠点への電源供給のために活用するというものである。

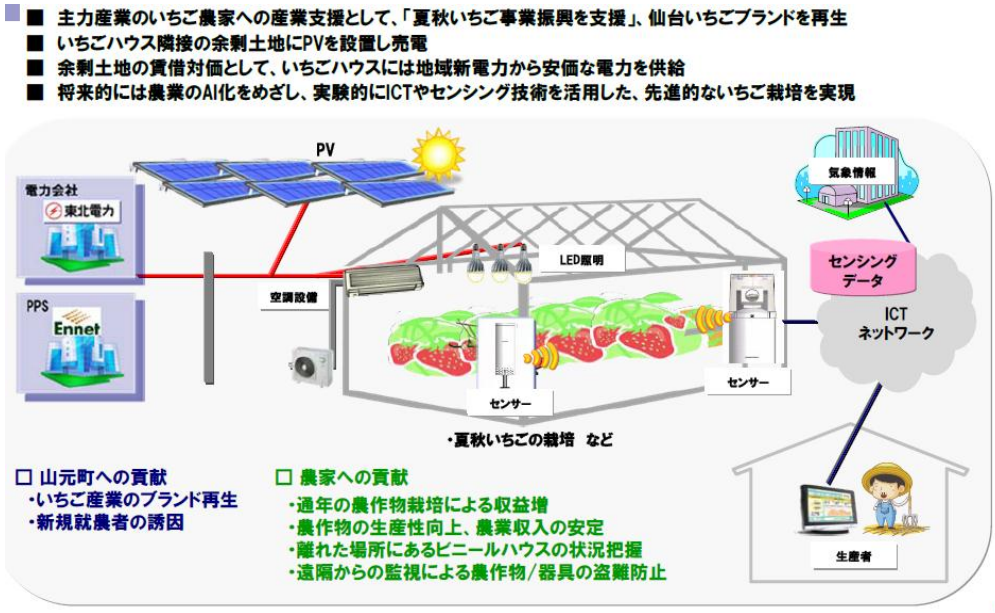
巡回バスのＥＶ化の概要



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

もう１つの特徴的な事業として、「農業の AI 化」と「温室を活用した夏秋いちごの振興」が挙げられる。これはいちごハウスに隣接して PV を設置して売電するとともに、地域新電力から安価な電力を買い、ハウス内の照明・空調に使用する。また、センサーを使っていちごの生育情報を蓄積し、いちごの営農ノウハウをデータ化することも目指している。

農業のＡＩ化と温室を活用した夏秋いちごの振興に関する取り組み概要



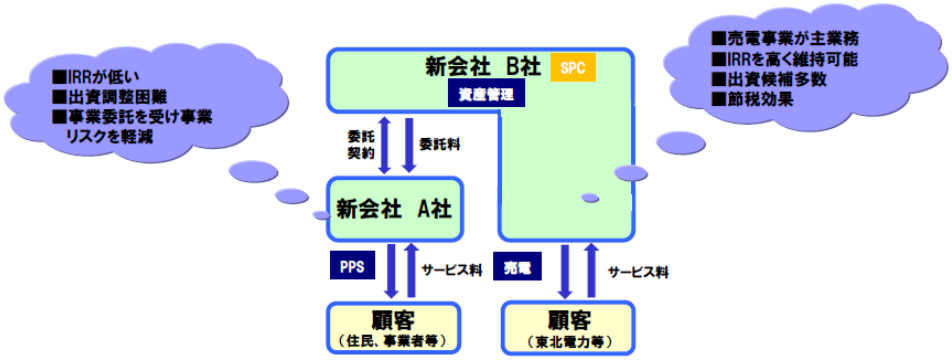
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■事業の実施体制

事業の実施体制としては、PPS 事業を行う事業会社と、売電事業を行う事業会社を２社設立し、売電事業を行う事業会社から PPS を事業を行う事業会社に委託をすることで、事業リスクを軽減していくというスキームで運営をしていく。

山元町のスマートコミュニティ関連事業の実施スキーム

■ 事業会社を2社設立（A社:PPS事業、B社:売電事業）
■ 収益性の低いA社の事業リスクを軽減（B社よりの事業委託、資産保有なし）
■ 売電事業を実施するB社はSPCの事業形態を取ることにより節税効果を高める



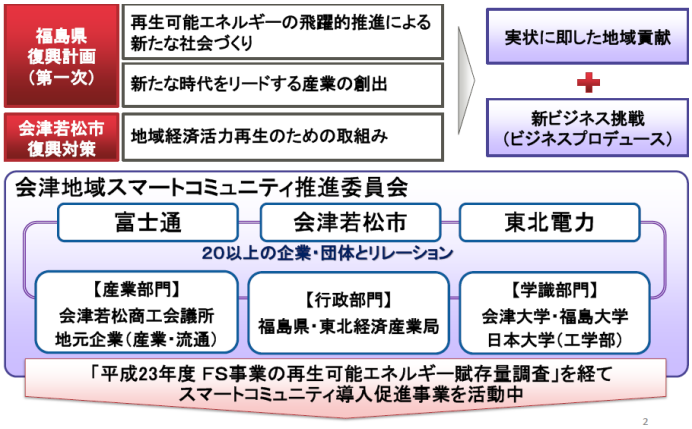
（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

7. 会津若松市

■スマートコミュニティの目的とコンセプト

会津若松市のスマートコミュニティは、福島県と会津若松市の復興計画等を踏まえて、「再生可能エネルギーの飛躍的推進による新たな社会づくり」と「地域経済活力再生のための取り組み」を実現するために実施するものである。既にスマートコミュニティの FS 事業で再生可能エネルギーの賦存量調査をしており、この成果も活かす目的もある。

会津若松市のスマートコミュニティにおける目的と実施体制

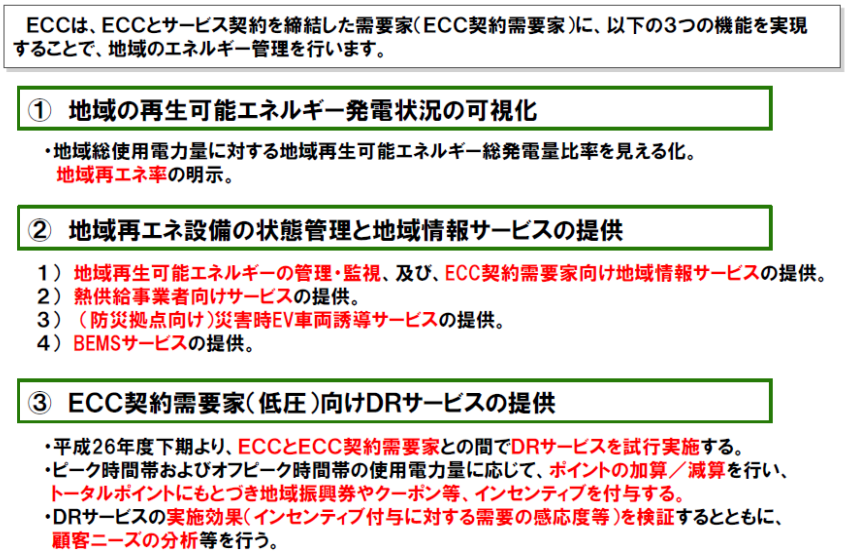


（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

■スマートコミュニティ構築のための取り組み

会津若松市のスマートコミュニティでは、「エネルギーコントロールセンター」を立ち上げ、契約した需要家に対して「発電状況の可視化」「地域情報サービスの提供」「デマンドレスポンスサービス」の３点を提供していくという仕組みを構築する。

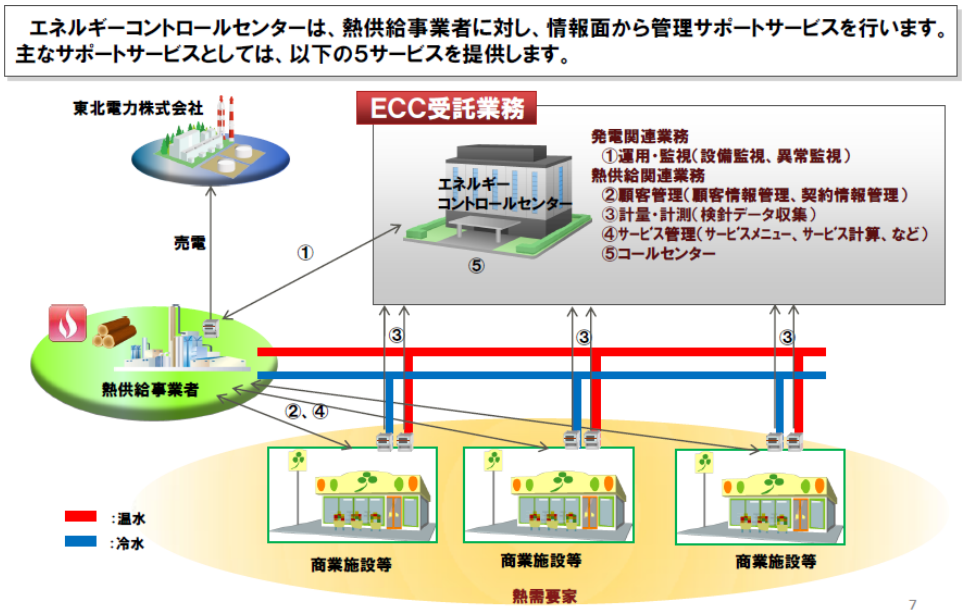
エネルギーコントロールセンターのサービス内容



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

エネルギーコントロールセンターの「地域情報サービス」の特徴的な取り組みとして、熱供給事業者に対して情報面から管理サポートサービスを提供する点が挙げられる。このような取り組みによって、地域での効率的な熱の管理・供給が可能となる。

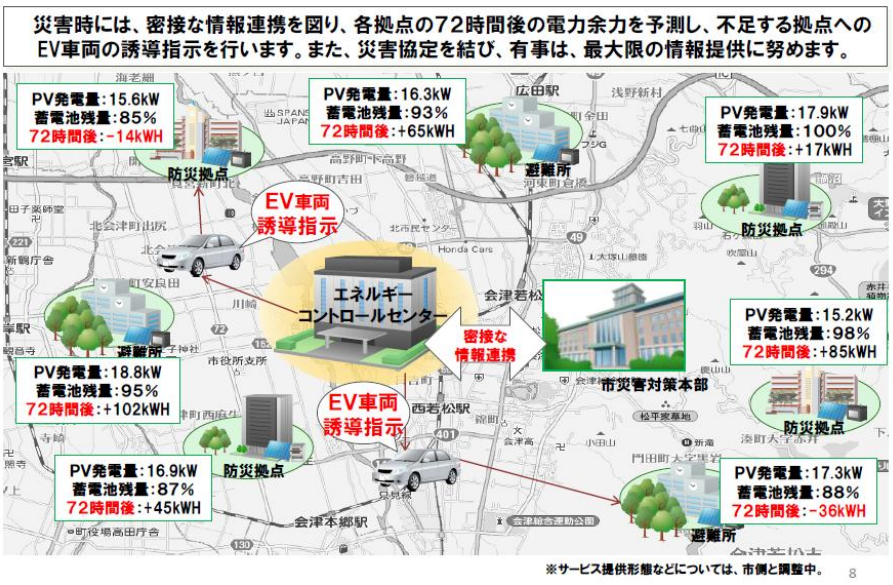
熱供給事業者向けサービスの提供



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

「地域情報サービス」のもう１つの特徴的な取り組みとしては、災害時にＥＶ車両の誘導サービスを提供することで、電気が不足する拠点にＥＶ車両の誘導指示を行う点である。

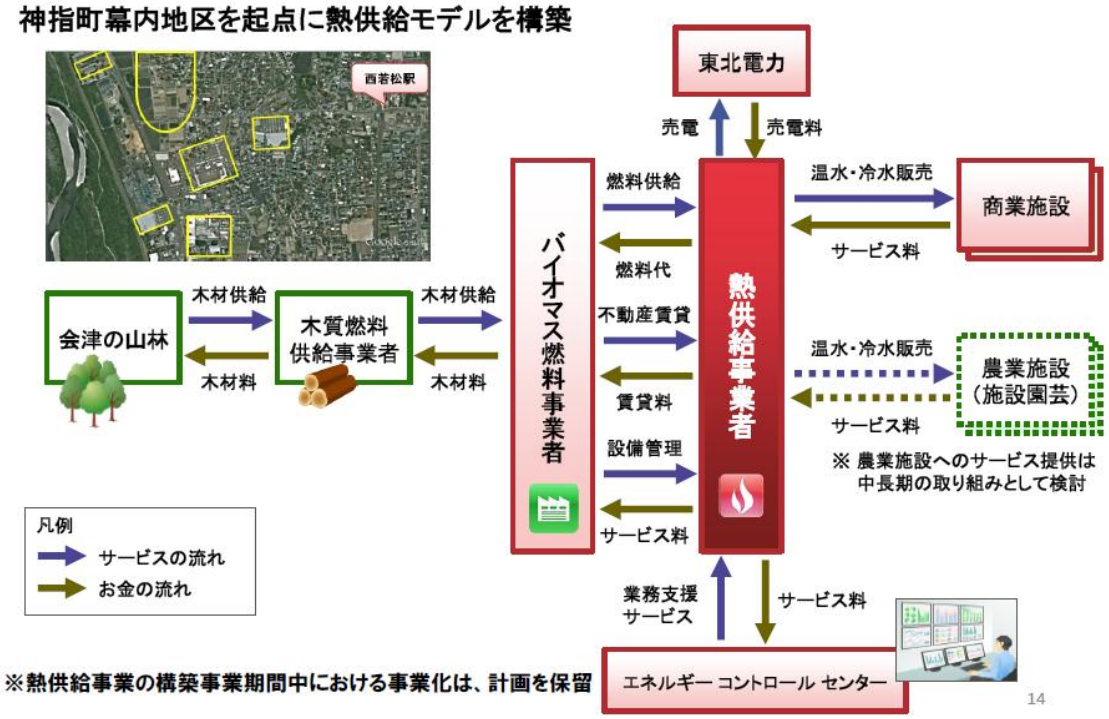
災害時ＥＶ車両誘導サービス



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料

加えて、会津若松市ではバイオマス資源等を活用した再生可能エネルギーを、地域へ供給するモデルの構築にも力を入れている。熱供給事業者が、前述のエネルギーコントロールセンターからの支援を受けながら、バイオマスのサプライチェーンの構築を実現させて、地域にエネルギー供給するモデルの構築を目指している。

バイオマス資源等を活用した再生可能エネルギーを地域へ供給するモデル構築



（出所）経済産業省「第 15 回次世代エネルギー・社会システム協議会」配布資料